



EESTI MAAÜLIKOOL

Tehnikakolledž

**Joonas Resev**

# **JÄÄTMEKONTEINERITE AUTOMAATPESURI ARENDUS**

**DEVELOPMENT OF AUTOMATIC WASHER FOR WASTE  
CONTAINERS**

Rakenduskõrghariduse lõputöö

Tehnotroonika õppekava

Juhendaja: lektor Lemmik Käis, MSc

Tartu 2018

Eesi Maaülikool		Rakenduskõrgharidusõppe		lõputöö
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		lühikokkuvõte		
Autor: Joonas Resev		Õppekava: Tehnotroonika		
Pealkiri: Jäätmekonteinerite automaatpesuri arendus				
Lehekülgi: 57	Jooniseid: 12	Tabeleid: 1	Lisasid: 1	
Osakond: Tartu tehnikakolledž				
Juhendaja(d): Lemmik Käis, MSc				
Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2018				
<p>Jäätmekonteineritesse koguneb erinevaid jäätmeid, millest osad võivad olla inimestele ja keskkonnale ohtlikud. Jäätmekonteineris olevate ohtlike jääkide ohutustatamiseks tuleb jäätmekonteinereid puhastada. Selleks saab kasutada automaatset jäätmekonteinerite pesurit.</p> <p>Lõputöö eesmärk oli teha eskiisprojekt jäätmekonteinerite automaatpesurile. Töö käigus projekteeriti joonestamistarkvaraga SolidWorks automaatpesuri 3D mudel. 3D mudelit on täpsemalt kirjeldatud töös leiduvates tehnilistes joonistes, lisaks on lahti seletatud automaatpesuri tööpõhimõte.</p>				
Märksõnad: eskiisprojekt, jäätmekonteinerite automaatpesur				

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Professional Higer Education Thesis	
Author: Joonas Resev		Speciality: Technotronics	
Title: Development of automatic washer for waste containers			
Pages: 57	Figures: 12	Tables:1	Appendixes:1
Department: Technology College Supervisors: Lemmik Käis, MSc Place and date: Tartu 2018			
Different kind of waste accumulate in waste containers, some of which may be harmful to humans or nature. In order to reduce the risk of exposure to harmful or dangerous waste while handling dirty waste containers, waste containers can be cleaned with automatic washers designed for such tasks.  The aim of this thesis was to make a rough plan for an automatic washer for waste containers. CAD program SolidWorks 2017 was used to design a 3D model of an automatic washer for waste containers. Technical drawings are based on the 3D model. In addition, working principles of an automatic washer for waste containers are given in thesis.			
Keywords: rough plan, automatic washer for waste containers.			

# SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	6
1 SISSEJUHATAV OSA .....	8
1.1 Probleemi kirjeldus .....	8
1.2 Olemasolevate seadmete analüüs.....	8
1.2.1 Ettevõtte <i>Bin-2-Bin Cleaning</i> .....	9
1.2.2 Ettevõtte <i>Green Cleen</i> .....	10
1.2.3 Ettevõtte <i>Mr Tidy Bins</i> .....	11
1.2.4 Analüüs ja järeldused.....	13
2 TEHNOLOOGILINE OSA .....	14
2.1 Disaini lahendus.....	14
2.2 Tööpõhimõte .....	15
2.2.1 Pesemistsükli plokkskeem.....	15
2.2.2 Tõstemehhanismi kinemaatika skeem .....	17
2.2.3 Elektroonika põhimõtteskeem .....	18
2.2.4 Jäätmekonteineri tõstehaaratsi liigutamine.....	19
2.2.5 Jäätmekonteineri pesuri veeringe .....	20
2.2.6 Hallvee kogumise mahuti tühjendamine .....	21
2.3 Tõstemehhanismi parameetrite arvutus. ....	22
3 GRAAFILINE OSA .....	27
3.1 Konstruktsioon.....	27
3.1.1 Raam.....	27
3.1.2 Seinad .....	27
3.1.3 Hallvee püüdmise mahuti .....	28
3.1.4 Juhtsüsteem.....	29
3.1.5 Pesuri peatugi .....	29

3.1.6	Tigureduktori ja alalisvoolumootori tarind .....	29
3.1.7	Konteineri haarats.....	30
3.1.8	Muud koostejoonise detailid.....	31
3.2	Edasiarenduse võimalused .....	32
3.2.1	Väljast pesemine koos vee kokku püüdmisega .....	32
3.2.2	Kuivatamine .....	32
3.2.3	Käsitsi pesemise otsik.....	33
KOKKUVÕTE .....		34
KASUTATUD KIRJANDUS .....		36
Lisad .....		38
Lisa A. Jäätmekonteinerite automaatpesuri tehnilised joonis .....		39
Lisa B. Lihtlitsents.....		57

## SISSEJUHATUS

Viimastel aastatel on ajakirjanduses palju räägitud jäätmete sorteerimise olulisusest – kui enamasti on räägitud peamiselt jäätmetes leiduvate erinevate materjalide taas- ja ümberkasutamisest, siis jäätmekonteinerites leiduvatest ohtudest reeglina siiski ei räägita. Sorteerimata jäätmete hulgas võib leiduda väga erinevat tüüpi jäätmeid alates ohtlikest jäätmetest ning plastijäätmetest kuni biojäätmete ning ehitusprahini. Kõik need jäätmed määrivad ühel või teisel määral jäätmekonteinereid.

Määratud jäätmekonteiner võib olla sobilikus elukeskkonnaks ohtlikele bakteritele või haigustekitajatele; halvaks läinud toidujäätmed levitavad ebameeldivat haisu ning võivad konteineri juurde meelitada erinevaid linde ja loomi. Selleks, et nendest probleemidest vabaneda, tuleks jäätmekonteinerid puhastada, kuid seda ei taheta tihti teha. Takistavateks teguriteks võivad olla näiteks ebameeldiv lõhn, võimalus/oht jäätmetega kokku puutuda ning jäätmekonteineri suurus. Eeltoodud tegurite tõttu oleks otstarbekas kasutada automaatset jäätmekonteinerite pesurit.

Käesolev lõputöö on koostatud eesmärgiga luua eskiisprojekt jäätmekonteinerite automaatpesurile. Eesmärgi saavutamiseks on seatud järgnevad ülesanded:

- Analüüsida olemasolevaid jäätmekonteinerite pesureid;
- Pakkuda välja võimalik jäätmekonteinerite automaatpesuri konstruktsioon;
- Teha vajalikud arvutused;
- Koostada tehnilised joonised.

Esimeses peatükis uuriti probleeme, mida määratud jäätmekonteinerid võivad põhjustada. Lisaks analüüsiti juba olemasolevaid mobiilseid jäätmekonteinerite automaatpesurite lahendusi.

Teises peatükis defineeritakse jäätmekonteineri automaatse pesuri disaini piirangud ja milliseid jäätmekonteinereid arendatava pesuriga puhastada peab saama. Lisaks tuuakse välja automaatse jäätmekonteineri komponentide tööpõhimõtted ja teostatakse töstemehhanismi parameetrite arvutused.

Kolmandas peatükis käsitletakse jäätmekonteinerite automaatpesuri tehnilisi jooniseid ning kirjeldatakse, millest detaile valmistatakse ning juurde lisainformatsiooni, mida autor pidas vajalikuks mainida. Täiendavalt mainitakse lühidalt edasiarenduse võimalusi.

Tööl on üks lisa, kuhu on koondatud mobiilse jäätmekonteineri automaatpesuri tehnilised joonised.

Tehniliste jooniste tegemiseks kasutati 3D CAD programmi SolidWorks 2017.

# **1 SISSEJUHATAV OSA**

## **1.1 Probleemi kirjeldus**

Mustad jäätmekonteinerid võivad põhjustada hulganisti probleeme. Kanada meditsiini assotsiatsiooni järgi oli 2010. aastal prügivedaja töö ohtlikkuse poolest USAs seitsmendal kohal [1] ning varem on olnud ohtlikusse poolest kolmandal kohal [2]. Lisaks füüsilistele vigastustele võib eluohtlikuks osutuda prügi koostis. Prügis võib leiduda ohtlikke jäätmeid, mille pakendi purunemise korral muutub jäätmekonteiner potentsiaalseks ohu allikaks. Biojäätmes võivad tekkida spoorid, mis võivad immuunsuspuudulikkusega inimestel põhjustada tõsiseid infektsioone [3]. Ohtlikud jäätmed või nende jäägid võivad põhjustada vigastusi, nakkushaigusi, mürgitust ja põletusi; lisaks meelitab haisev jäätmekonteiner kohale erinevaid kahjureid, kellega kokkupuute tagajärjel võib saada hammustada ning nakatuda marutaudi ja isegi surnud kahjuriga kokkupuude võib põhjustada haigusi nagu roti-hammustuse palavik, mille sümptomiteks on palavik, naha kahjustused ja gripi sarnased sümptomid [4].

Pesuri automatiseerimisega väheneb inimestel ohtlike jäätmete või nende auruga kokkupuute võimalus. Automaatse pesemissüsteemi eelisteks aiavoolikuga või tavalise survepesuriga pesemise ees on vähenenud veekulu, ühtlasem puhastustulemus ning must vesi ei satu pesemise ajal keskkonda.

## **1.2 Olemasolevate seadmete analüüs**

Üle maailma tegutseb mitmeid ettevõtteid, kes/mis on spetsialiseerunud prügikonteinerite puhastamisele surveveega. Järgnevates alapeatükkides on tutvustatud neist süsteemidest kolme.



### 1.2.1 Ettevõtte *Bin-2-Bin Cleaning*

*Bin-2-Bin Cleaning* on ettevõtte, mis tegutseb Kanadas samanimelise prügikonteineri pesuriga prügikonteinerid puhastades. Antud analüüs on koostatud ettevõtte kodulehel olevate videote põhjal [5], kus pestakse samal ajal kaht ligikaudu 240 l mahutavusega prügikonteinerit. *Bin-2-Bin Cleaning* on mobiilne pesur, mis on ehitatud pikap-autole, kus on kaheosaline pesemissüsteem (joonis 1).



**Joonis 1.** *Bin-2-Bin Cleaning* jäätmekonteinerite pesur [5]

Esiteks tõstab tööline konteinerid raamidel olevatele konksudele ning puhastab survepesuriga konteinerid väljastpoolt ning seestpoolt konteineri kaane. Pesemise ajal vett kokku ei koguta ning see valgub tänavale.

Seejärel tõstab tööline autol oleva tõstemehhanismi abil konteinerid tagurpidi auto peal olevasse lahtisesse pesemisruumi. Pesemisel kasutatakse vett rõhul 206 bar ning temperatuuril 93 kraadi Celsiust, millele järgneb steriliseerimise protsess. Steriliseerimiseks kasutatakse kemikaali, mille täpsem koostis videost ei selgu. Sisemise pesu ajal tundub, et vesi valgub autokastis olevasse kogumismahutisse.

Kahe konteineri puhastamise peale kulub ligikaudu 5 minutit. Pärast pesu jääb konteineritesse vesi, mis enne autolt maha tõstmist ära valguda ei jõudnud.

### 1.2.2 Ettevõtte *Green Cleen*

*Green Cleen* on Suurbritannias tegutsev ettevõtte, millel on filiaalid ka mujal maailmas (näiteks Lõuna-Aafrika Vabariigis) ning mis kasutab prügikonteinerite puhastamisel samanimelist survepesurisüsteemi (joonis 2). Pesurisüsteem on ehitatud pikap-autole. Antud lõputöö jaoks on ülevaade koostatud ettevõtte kodulehel [6] leiduva informatsiooni põhjal.



**Joonis 2.** *Green Cleen* jäätmekonteineri pesur

Pesemiseks kinnitatakse üks kuni kaks prügikonteinerit auto tagaosas olevatele konksudele. Esimesena puhastatakse konteinerid väljastpoolt. Pesemise ajal kasutatav vesi valgub tänavale.

Pärast välist pesu tõstetakse konteinerid tagurpidi auto tagaosas oleva poolavatud pesemisruumi, kus pesemiseks kasutatakse fikseeritud pöörlevaid pesuripäid ning vett rõhul 241 bar.

Pesemiseks kuluvat aega ei õnnestu videote põhjal välja selgitada. Puhastatud konteineritesse jääb pärast pesu väike kogus vett, mis kiiresti ära valguda ei jõua. Pesemisel kasutatakse biolagunevat pesuainet ning pärast pesu piserdatakse konteinerisse meeldiva lõhna tagamiseks lõhnaainet.

Konteinerite sisemise osa pesemisel kasutatud vesi kogutakse kokku ning taaskasutatakse – selleks vesi filtreeritakse läbi 300 mikronise filtri ning lastakse välja ettevõtte pargimiskohas.

*Green Cleeni* pesurid on DEFRA (*Department for Environment Food and Rural Affairs*) ja Suurbritannia Keskkonnaagentuuri suunistele vastavad.

### **1.2.3 Ettevõtte *Mr Tidy Bins***

*Mr Tidy Bins* on Ameerika Ühendriikides Põhja-Carolina osariigis tegutsev ettevõtte, mis kasutab prügikonteinerite puhastamisel osaliselt automatiseeritud süsteemi. *Mr Tidy Bins*i survepesurisüsteem on ehitatud veoauto kasti (joonis 3). Antud ülevaade on koostatud ettevõtte kodulehel [7] oleva informatsiooni põhjal.



**Joonis 3.** *Mr Tidy Binsi* jäätmekonteineri pesur [8]

Pesemiseks tõstetakse autol oleva haaratssüsteemiga üks kuni kaks prügikonteinerit lahtisesse pesemisalasse, kus samal ajal puhastab konteinereid seestpoolt automatiseeritud pöördotsikuga 82 kraadi Celsiuse surveveega ning väljastpoolt survepesuriga tööline. Saadaoleva informatsiooni põhjal pole teada, kui suurt survet pesemisel kasutatakse. Esimeses etapis kasutatud vesi kogutakse kokku, kuid vett ei taaskasutata; pesemisel kasutatud vesi käideldakse reoveepuhastusjaamas.

Järgmise etapina langetatakse konteinerid maha, kus vajadusel puhastavad töölised konteineri servad ja kaane desinfitseeriva vahendi ning surveveega. Selles etapis kasutatud vesi valgub tänavale ning puhastamise ajal konteineri sisse jäänud vett ei kuivatata ega koguta eraldi kokku.

#### 1.2.4 Analüüs ja järeldused

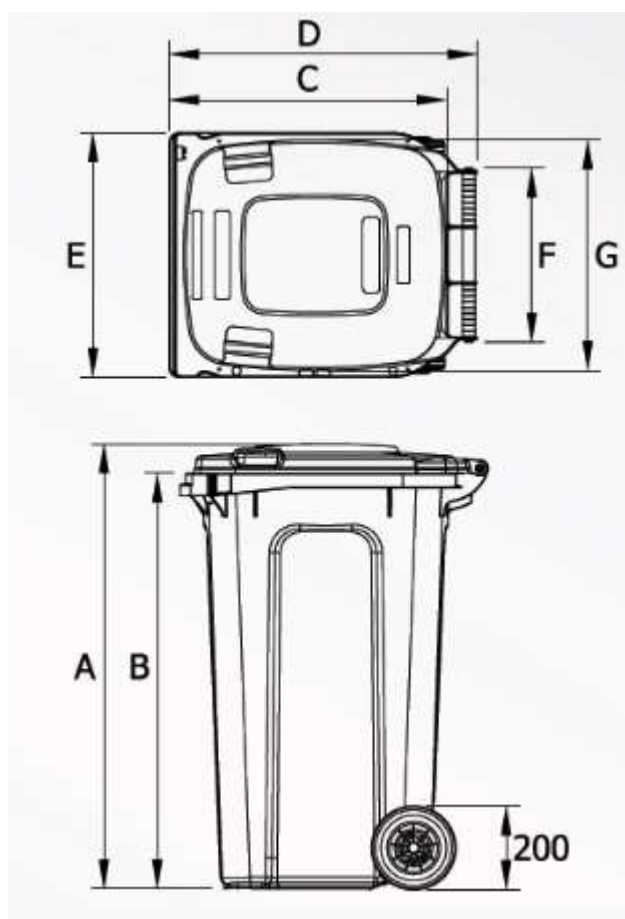
Eelnevalt tutvustatud süsteeme iseloomustab see, et kõik kolm on ehitatud olemasoleva sõiduki tagaosale ning tundub, et neid ei saa autost eraldi kasutada ehk kui auto peaks rikki minema, ei saa mobiilset pesurit autost eraldi kasutada. Samuti on kõigi kolme puhul võimalik pesta korraga kuni kaht jäätmekonteinerit ning kasutatud vesi valgub vähemalt osaliselt tänavale.

Kuigi kõikide süsteemide puhul kasutatakse pesemisel kõrgel temperatuuril vett ning näiteks *Mr Tidy Binsi* puhul on mainitud eraldi ka desinfitseeriva aine kasutamist, on nende pesurite miinuseks see, et konteinerisse jääb pärast pesu väike kogus vett. Eesti-sugustes riikides, kus talvel on pigem temperatuurid allpool null kraadi Celsiust, võib konteineritesse jäänud vesi talvel konteineri põhjas jäätuda. Kui konteinerisse pannakse enne vee jäätumist ka prügi, võib ka see konteineri põhja külge jäätuda ning omakorda konteineri tühjendamist raskendada.

## 2 TEHNOLOOGILINE OSA

### 2.1 Disaini lahendus

Lõputöö raames valmiva jäätmekonteineri pesuri eskiisprojekti järgi saab kerge vaevaga puhastada standardseid 140 l ja 240 l jäätmekonteinereid (joonis 4), mille mõõtmed on toodud tabelis 1. Seda tüüpi konteinereid on kahe võrdlemisi suure ratta tõttu kerge liigutada ning konteineritel on serv, mida saab konteinerite pesu ajal kasutada konteineri toetamiseks analoogselt prügiveoauto tühjendamissüsteemile.



**Joonis 4.** Standardne jäätmekonteiner [9]

**Tabel 1.** 140 l ja 240 l jäätmekonteinerite parameetrid jäätmekonteinerite tootja SULO näitel [9] [10]

Konteineri spetsifikatsioon		
Nominaalmaht (liiter)	140	240
Konteineri tühimass	10,4 kg	12,5 kg
A. Üldkõrgus (mm)	915	1060
B. Kõrgus kaaneta (mm)	870	990
C. Sügavus kaane hingedeta (mm)	550	660
D. Üldsügavus (mm)	615	730
E. Üldlaius (mm)	535	585
F. Käepideme laius (mm)	395	400
G. Kaane laius (mm)	505	550

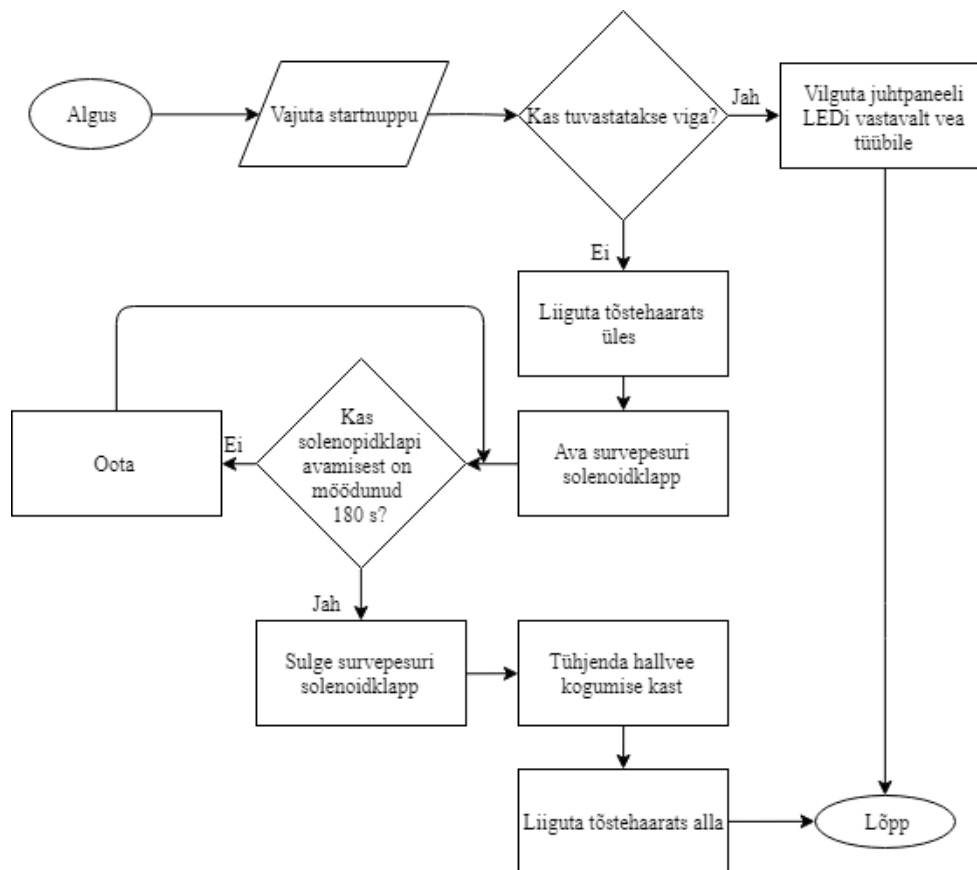
Seadet peab olema kergesti kasutatav ja võimalik kasutada mobiilselt. Selleks, et seade oleks mobiilne, tuleks ta paigutada veoki, pikapi või järelkäru peale, mis seavad suuruse ning kaalu piirangud. Antud töö käigus ei ole välja valitud konkreetset järelkäru või veokit, millele seadet paigaldada. Suuruse ja massi piirangute valimisel uuriti erinevate pikapide ja järelkärude parameetreid, et disainitud seadet saaks neile paigaldada.

Seadme laiuse ning pikkuse piiranguteks seati 1x1 m. Kõrguse piirangut ei seatud. Seade peaks olema kergem kui 500 kg. Puhastit kasutatakse 140 l ja 240 l suuruste jäätmekonteinerite pesemiseks ning pesemist teostab seadme operaator.

## 2.2 Tööpõhimõte

### 2.2.1 Pesemistsükli plokk skeem.

Pesemistsükli plokk skeem on kujutatud joonisel 5, kus pesemistsükli algus on kujutatud joonise ülemises vasakus nurgas ning lõpp alumises paremas nurgas.



**Joonis 5.** Pesemistsükli plokk skeem

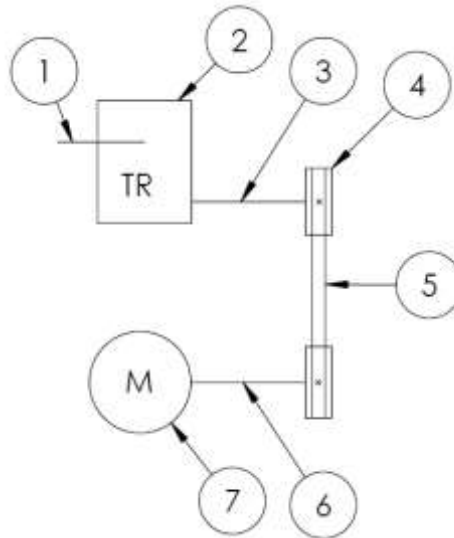
Automaatpesur ootab kasutaja poolt startnupu vajutamist, startnupu vajutamise järel kontrollitakse andurite väärtusi ja kui ei suudeta lugeda anduri andmeid või andmed ei vasta lubatud piiridele kuvatakse juhtpaneelil silumise (*debug*) LEDidega viga. Kui tuvastatakse viga, ei tõsteta konteinerit pesemisalasse ning (pesemis)protsess lõpetatakse.

Anduri andmete vastamise korral jätkub pesemistsükkel – esiteks tõstetakse jäätmekonteiner üles, avatakse survepesuri solenoidklapp ning algab konteineri pesemine. Jäätmekonteinerit pestakse 180 sekundit. Kui pesemisajal pole täitunud 180 sekundit, survepesuri solenoidklappi ei suleta. Kui 180 sekundit on täitunud, survepesuri solenoidklapp suletakse ning tühjendatakse hallvee kogumise mahuti. Seejärel tõstetakse jäätmekonteiner tõstehaaratsiga alumisse asendisse ning pesemisprotsess lõpetatakse.



### 2.2.2 Tõstemehhanismi kinemaatika skeem

Jäätmekonteineri tõstemehhanism koosneb seitsmest erinevast komponendist (joonis 6).

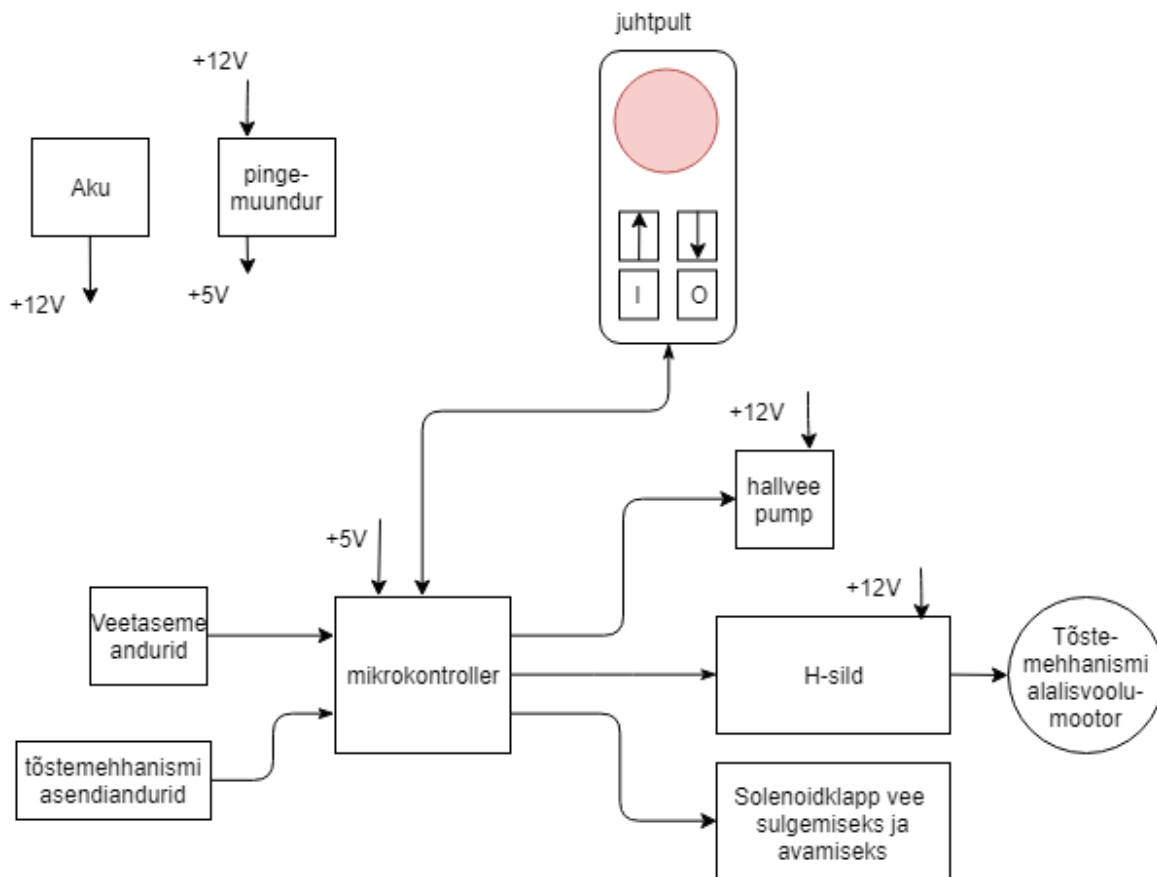


**Joonis 6.** Tõstemehhanismi kinemaatika skeem: 1 – tõsteraami kinnitus tigureduktori väljundvõlli külge; 2 – tigureduktor; 3 – tigureduktori sisendvõll; 4 – kiilrihma ratas; 5 – kiilrihm; 6 – alalisvoolumootori väljundvõll; 7 – alalisvoolumootor

Alalisvoolumootor on ühendatud võlli abil kiilrihma rattaga. Kiilrihm kannab pöördemomendi üle järgmisele kiilrihma rattale, mis on omakorda ühendatud tigureduktori sisendvõlliga. Tigureduktori väljundvõll on ühendatud tõstemehhanismiga.

### 2.2.3 Elektroonika põhimõtteskeem

Jäätmekonteineri pesuri juhtimiseks kasutatakse mikrokontrollerit (joonis 7).



**Joonis 7.** Elektroonika põhimõtteskeem

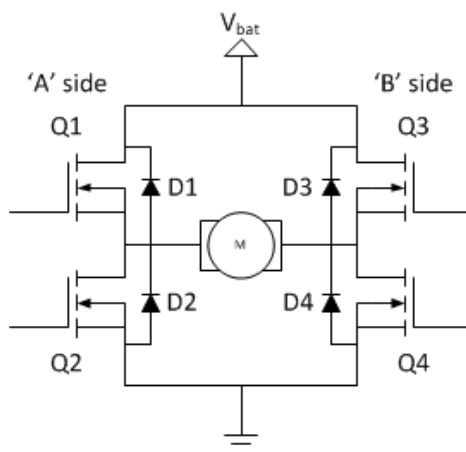
Jäätmekonteineri pesuri elektroonikaosad töötavad kas 12 V või 5 V pingega. 12 V saadakse aku pealt ning madalama pinge saamiseks kasutatakse pingemuundurit. Jäätmekonteineri pesuri tööd juhib mikrokontroller, mis loeb andmeid veetaseme ning tõstemehhanismi asendianduritelt. Antud andmeid kasutatakse H-silla juhtimiseks, millega muudetakse tõstemehhanismi mootori pöörlemissuunda, mis on detailsemalt kirjeldatud peatükis 2.2.4, ning hallvee kogumise mahuti tühjendamiseks kasutades hallvee pumpa, mida tutvustatakse peatükis 2.2.6. Mikrokontroller alustab või lõpetab pesemisprotsessi solenoidklapi avamise või sulgemisega. Käsklusi saadakse juhtpuldilt, millel on 5 nuppu, üks suur punane hädaabi-stopppnupp, pesemistsükli väliselt konteineri üles- ja alla liigutamise nupud

(põhimõtteskeemil vastavalt nool üles ja alla) ning start- ja pausnupud (põhimõtteskeemil tähistega vastavalt I ja O).

#### 2.2.4 Jäätmekonteineri tõstehaaratsi liigutamine

Jäätmekonteineri tõstehaaratsit juhitakse ühe alalisvoolumootoriga, mis käivitatakse pesutsükli alustamisel, et jäätmekonteiner pesemisalasse liigutada. Seejärel lülitatakse alalisvoolumootor välja ning käivitatakse uuesti pesemistsükli lõppedes, et jäätmekonteiner pesemisalast ära tõsta.

Selleks, et jäätmekonteinerit üles või alla liigutada, peab alalisvoolumootor vastupidistest suundades liikuma. Alalisvoolumootori pöörlemissuuna muutmiseks tuleb muuta alalisvoolumootorile mõjuva voolu suunda, kergeim viis selleks on kasutada nn H-silda. Lihtne H-sild koosneb neljast transistorist, mis on ühendatud alalisvoolumootoriga nii, nagu on näidatud all oleval joonisel (joonis 8).



**Joonis 8.** H-sild [11]

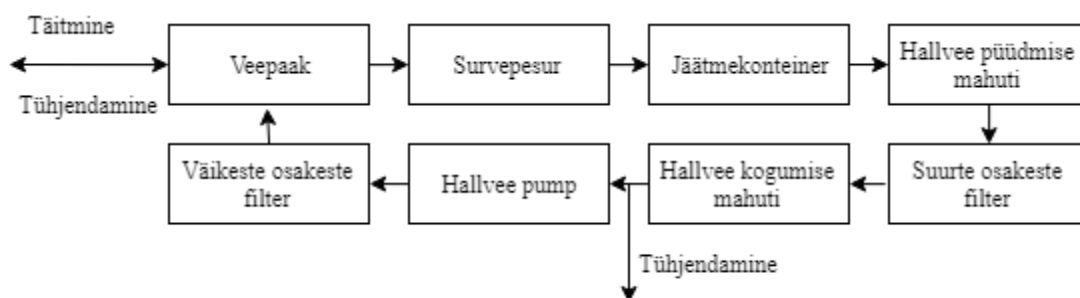
Joonisel tähistega Q1–Q4 tähistatud komponendid on transistorid ning tähistega D1–D4 tagasivoolu diodid. Rakendades transistoritele Q1 ja Q4 pinget hakkab alalisvoolumootor antud näite puhul päripäeva liikuma. Rakendades transistoritele Q2 ja Q3 pinget hakkab

alalisvoolumootor vastupäeva liikuma. Rakendades transistoritele Q1 ja Q2 või Q3 ja Q4 samaaegselt pinget tekib lühise olukord ning transistorid „põlevad maha“, mistõttu tasuks sellist olukorda vältida.

Tõstemehhanismi parameetrite arvutused on detailsemalt välja toodud peatükis [2.3 Tõstemehhanismi parameetrite arvutus](#).

## 2.2.5 Jäätmekonteineri pesuri veeringe

Jäätmekonteineri pesemise jooksul kasutatud vesi taaskasutatakse nagu näha joonisel 9.



**Joonis 9.** Jäätmekonteineri pesuri veering

Enne jäätmekonteineri pesuri kasutamist tuleb täita veepaak, kust survepesur jäätmekonteineri pesuks vee võtab. Kõrge rõhu all olev vesi liigub mõõda voolikut pöörleva otsikuni, kust kõrge rõhu all olev vesi puhastab konteineri sisu. Konteineri pesemiseks kasutatud vesi langeb gravitatsiooni mõjul hallvee püüdmise mahuti põhja, kust hallvesi läheb läbi esimese filtri, millega püütakse kinni suuremad osakesed. Vesi liigub edasi hallvee kogumise mahutisse. Pärast hallvee kogumise mahutit on lisakraan, mille kaudu on võimalik pesuri puhastamiseks masinas olevat vett välja pumbata. Hallvesi pumbatakse hallvee kogumise mahutist seejärel läbi tihedama väikeste osakeste filtri ning väikestest osakesestest puhastatud vesi suunatakse esialgsesse mahutisse taaskasutamiseks. Vajaduse korral saab algse veepaagi kaudu taaskasutamiseks liialt märdunud vee välja vahetada.

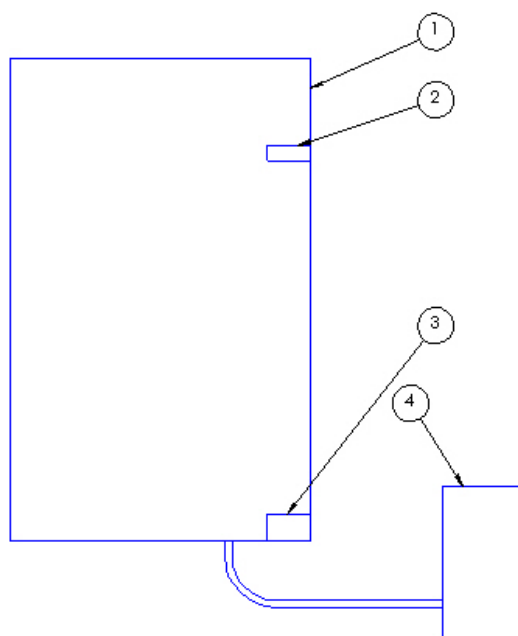
Filtritesse kinni jäänud tahked osakesed tuleb pesurist eemaldada käsitsi.

### 2.2.6 Hallvee kogumise mahuti tühjendamine

Hallvee kogumise mahuti tühjendamise vajaduse määramiseks on paigutatud kogumise mahutisse kaks andurit. Hallvee kogumise mahutit tühjendatakse pumpamise teel. Pump lülitatakse sisse kui vee tase ulatub ülemise andurini ning pump töötab seni kuni veetase ulatub teise andurini. Lisaks lülitatakse pump sisse pesutsükli lõpus ning töötab seni kuni veetase ulatub teise andurini.

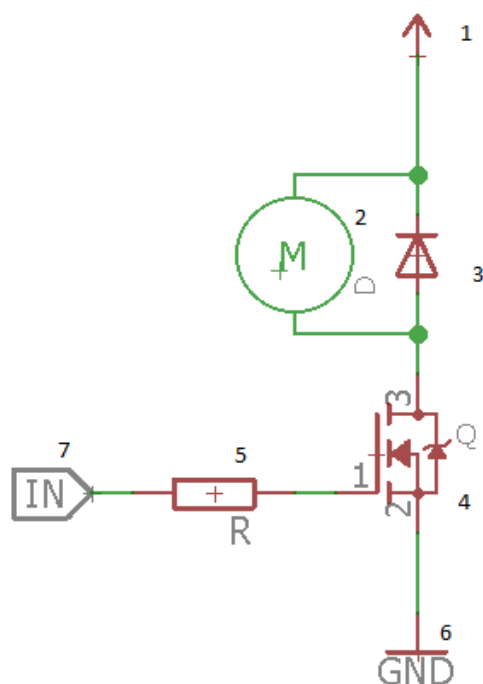
Pump pannakse tööle kahel juhul – kas pesemistsükli lõpus või kui mahutisse on kogunenud pesemise ajal ülemise anduri piirini ulatuv vee kogus.

Hallvee pumpamise vajaduse määramiseks on paigutatud kogumise kasti kaks andurit. Pump lülitatakse sisse kui vee tase ulatub ülemise andurini ning pump töötab seni kuni veetase ulatub teise andurini. Lisaks lülitatakse pump sisse pesutsükli lõpus ning töötab seni kuni veetase ulatub teise andurini (joonis 10).



**Joonis 10.** Hallvee kogumise mahuti skeem külgvaates, kus 1 – hallvee kogumise mahuti, 2 – ülemine andur, 3 – alumine andur, 4 – pump külgvaates

Pumpa lülitatakse sisse ja välja transistoriga. Ühenduse skeem on toodud joonisel 11.



**Joonis 11.** Hallvee pumba juhtimise skeem

Ühenduse skeemil on kujutatud erinevaid komponente, kus 1 – vooluallikas, 2 – pump, 3 – tagasivooludiod, 4 – transistor, 5 – signaali takisti, 6 – maandus ja 7 – signaal. Vältimaks transistori „maha põlemist“ on pumba ühendusega paralleelselt ühendatud tagasivooludiod.

## 2.3 Tõstemehhanismi parameetrite arvutus.

Tiguredukti väljundvõllile mõjuva väändemomendi leidmiseks kasutati SolidWorksis tehtud mudelit. Väändemomendi leidmiseks oli vaja teada väljundvõllile mõjuvat jõudu ja jõu õlga. Koostatud mudeli põhjal leiti, et tõstemehhanismi raskuskese on 0,68 m kaugusel tiguredukti väljundvõlli keskpunktist. Sealjuures arvestati, et 240 l jäätmekonteineri mass on 14,30 kg ning tõstemehhanismi mass 7,60 kg. Tagavarateguri leidmiseks arvestati, et seade peaks olema võimeline tõstma vähemalt pooleteisekordset raskust. Tiguredukti

väljundvõllile rakendatava väändemomendi leidmiseks tuleb jõu õlg korrutada konteineri raskusega ning raskuskiirendusega. Arvutuse tulemusena leiti, et tigureduktori väljundvõll peab rakendama väändemomenti 218,91 N\*m (valem 2.1)

$$M = l * g * m = 0,68 \text{ m} * 9,80 \frac{\text{N}}{\text{kg}} * ((14,3 + 7,6) \text{ kg} * 1,5) = 218,91 \text{ N} * \text{m} \quad (2.1)$$

kus  $M$  on pöördemoment N\*m;

$l$  – jõu õla pikkus m;

$g$  – raskuskiirendus  $\frac{\text{N}}{\text{kg}}$ ;

$m$  – mass kg.

Selleks, et jäätmekonteineri tõstmiseks ja langetamiseks ei kuluku liialt kaua aega ega liiga kiirete liigutustega konteinerit ära lõhutaks seati algsetes arvutustest piiranguks, et tõstmine või langetamine peab toimuma kuue sekundi jooksul. SolidWorks koostatud mudeli põhjal leiti, et tigureduktor väljundvõlli asend muutub 111°. Tigureduktori väljundvõlli pöörlemiskiiruse leidmiseks jagati tigureduktori väljundvõlli asendi muutus selleks kulunud ajaga. Leiti, et tigureduktori väljundvõlli pöörlemiskiirus on  $18,50 \frac{\text{deg}}{\text{s}}$  (valem 2.2).

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{111 \text{ deg}}{6 \text{ s}} = 18,50 \frac{\text{deg}}{\text{s}} \quad (2.2)$$

kus  $\omega$  on nurkkiirus

$\varphi$  – pöördenurk deg;

$t$  – aeg s.

Selleks, et oleks võimalik leitud tigureduktori väljundvõlli pöörlemiskiirust võrrelda kataloogides olevate pöörlemiskiirustega tuleb teisendada ühik kraadi sekundis ühikuks pööret minutis. Selle teisenduse jaoks leiti kaua kulub ühe täispöörde tegemiseks ning mitu täispööret tehakse minutis. Leiti, et  $18,5 \frac{\text{deg}}{\text{s}} = 3,08 \text{ min}^{-1}$  (valem 2.3 ja 2.4).

$$t1 = \frac{tp}{\omega} = \frac{360 \text{ deg}}{18,5 \frac{\text{deg}}{\text{s}}} = 19,46 \text{ s} \quad (2.3)$$

kus  $t1$  on täispöörde tegemiseks kulunud aeg s;

$tp$  – täispööre deg;

$\omega$  – nurkkiirus  $\frac{deg}{s}$ .

$$n = \frac{t_2}{t_1} = \frac{60 s}{19,46 s} = 3,08 \text{ min}^{-1} \quad (2.4)$$

kus  $n$  on pöörlemiskiirus  $\text{min}^{-1}$ ;

$t_2$  – minuti pikkus s;

$t_1$  – täispöörde tegemiseks kulunud aeg s.

Alalisvoolumootori ja tigureduktori valikul kasutati leitud pöörlemiskiirust ning jälgiti, et saaks soovitud parameetrid täidetud ning leiti alalisvoolumootor, mis annab väljundiks  $256 \text{ min}^{-1}$  ning  $4,83 \text{ N}\cdot\text{m}$  ja tigureduktor ülekandearvuga 70.

Selleks, et hinnata valitud alalisvoolumootori ja tigureduktori sobivust tuli leida valitud seadmete parameetritele vastav tegelik aeg liigutuse sooritamiseks ning tigureduktori väljundvõllile rakendatav pöördemoment. Tigureduktori väljundvõllile mõjuva pöördemomendi leidmiseks tuleb korrutada sisendvõllile mõjuv väändemoment ülekandearvuga ning leiti, et väljundvõllile mõjub pöördemoment  $338,1 \text{ N}\cdot\text{m}$  (valem 2.5).

$$M_1 = M_2 * i = 4,83 \text{ N} * \text{m} * 70 = 338,1 \text{ N} * \text{m} \quad (2.5)$$

kus  $M_1$  on tigureduktori väljundvõllile mõjuv pöördemoment  $\text{N}\cdot\text{m}$ ;

$M_2$  – alalisvoolumootori väljundvõlli pöördemoment  $\text{N}\cdot\text{m}$ ;

$i$  – tigureduktori ülekandearv.

Tegeliku tigureduktori väljundvõlli kiiruse leidmiseks tuleb alalisvoolumootori pöörlemiskiirus jagada tigureduktori ülekandearvuga, mille tulemusena selgus, et tegelik tigureduktori väljundvõlli pöörlemiskiirus on  $3,66 \text{ min}^{-1}$  (valem 2.6).

$$n_1 = \frac{n_2}{i} = \frac{256 \text{ min}^{-1}}{70} = 3,66 \text{ min}^{-1} \quad (2.6)$$

kus  $n_1$  on tegelik tigureduktori väljundvõlli pöörlemiskiirus  $\text{min}^{-1}$ ;

$n_2$  – alalisvoolumootori väljundvõlli pöörlemiskiirus  $\text{min}^{-1}$ ;

$i$  – tigureduktori ülekandearv.

Selleks, et leida kui kaua kulub antud alalisvoolumootori ja tigureduktori kombinatsiooniga konteineri tõstmiseks teisendati ühik pööret minutis uuesti ühikuks kraadi sekundis, mille



jaoks oli vaja leida, et ühe pöörde tegemiseks kulub 16,39 s (valem 2.7) ning kui 360 kraadi jagada leitud ajaga saab kiiruse 21,96 kraadi sekundis (valem 2.8). Tõstmiseks kulub 5,05 s (valem 2.9), selle leidmiseks tuli jagada väljundvõlli läbitud vahemaa pöörlemiskiirusega.

$$t_3 = \frac{t_2}{n_1} = \frac{60s}{3,66 \text{ min}^{-1}} = 16,39s \quad (2.7)$$

kus  $t_3$  on ühe pöörde tegemiseks kuluv aeg s;

$$\omega_1 = \frac{tp}{t_3} = \frac{360 \text{ deg}}{16,39s} = 21,96 \frac{\text{deg}}{s} \quad (2.8)$$

kus  $\omega_1$  on nurkkiirus  $\frac{\text{deg}}{s}$ .

$$t_4 = \frac{\varphi}{\omega_1} = \frac{111\text{deg}}{21,96 \frac{\text{deg}}{s}} = 5,05s \quad (2.9)$$

kus  $t_4$  on liigutuse tegemiseks kulunud aeg s.

Selleks, et leida kas alalisvoolumootor on piisavalt võimas leiti, et liigutuse tegemiseks tehti tööd 424,10 J. Selle leidmiseks kasutati valemit 2.10. Jagades tehtud töö tööks kuluva ajaga leiab, et tõstmiseks on vaja võimsust 83,98 W (valem 2.11).

$$A = M * n_3 * 2\pi = 218,91N * m * \frac{111\text{deg}}{360\text{deg}} * 2\pi = 424,10 J \quad (2.10)$$

kus  $A$  on tehtud töö J;

$n_3$  – pöörete arv.

$$P = \frac{A}{t_4} = \frac{424,10 J}{5,05 s} = 83,98 W \quad (2.11)$$

kus  $P$  on vajaminev võimsus.

Kiilrihma parameetrite leidmiseks mõõdeti SolidWorks'is telgede vahekauguseks 0,15 m ning puudub vajadus aeglustada või kiirendada alalisvoolumootori väljund ja tigureduktori sisendvõlli siis võeti mõlema rihma ratta suuruseks 80 mm. Antud parameetritega rihma kiirus on 1,07 m/s (valem 2.12)

$$V = \frac{\pi * d * n_2}{60} = \frac{(\pi * 0,08m * 256 \text{ min}^{-1})}{60} = 1,07m/s \quad (2.12)$$

kus  $v$  on rihma liikumiskiirus m/s;

$d$  – väiksema rihmaratta suurus m.

Kasutatakse rihma profiiliga 8 valikul kasutati Optibelt tootekataloogi [12], kus oli välja toodud et 80 mm väiksema ratta võimsuseks on määratud  $200 \text{ min}^{-1}$  puhul 140 W ning  $300 \text{ min}^{-1}$  puhul 200 W. Varem leitu põhjal on vaja üle kanda võimsust 83,98W.

Rihma vajalik pikkus on 0,55 m. Pikkuse leidmiseks tuleb kahekordne telgede vahele millele liidetakse otsa pool esimese rihma ratta pikkusest ja pool teise rihma ratta pikkusest.

$$L = 2C + \frac{2\pi \cdot r_1}{2} + \frac{2\pi \cdot r_2}{2} = 2 * 0,15 \text{ m} + \pi * 0,04 \text{ m} + \pi * 0,04 \text{ m} = 0,55 \text{ m} \quad (2.13)$$

kus  $L$  on rihma pikkus m;

$C$  – rihma rataste telgede vahe m;

$r_1$  – esimese rihmaratta raadius;

$r_2$  – teose rihmaratta raadius.

Algul seati eesmärk, et konteineri tõstmiseks kuluks 6,00 sekundit, antud seadmetega peaks tegelikult kuluma 5,05 sekundit. Arvutuste järgi on vaja väändemomenti  $218,91 \text{ N}\cdot\text{m}$  ning valitud tigureduktori ja alalisvoolumootoriga rakendatakse tigureduktori väljundvõllile väändemomenti  $338,1 \text{ N}\cdot\text{m}$ . Alalisvoolumootori võimsus on 90 W ning arvutuste järgi oleks vaja 83,98 W. Eelnevatest arvutustest tulenevalt on valitud seadmed sobilikud jäätmekonteineri pesuri tõstemehhanismis kasutamiseks.

## **3 GRAAFILINE OSA**

### **3.1 Konstruktsioon**

Projekteeritud seade koostejoonis on välja toodud lisa A osas joonisel TN 18/140444 A 01 00 K. Jooniselt TN 18/140444 A 01 00 K on puudu tõsteraami koostejoonis, mis on eraldi välja toodud lisa A osas joonisel TN 18/140444 A 03 00 K

#### **3.1.1 Raam**

Raami tehniline joonis on välja toodud lisa A joonisel TN 18/140444 A 01 05 D.

Raam on projekteeritud nelikanttorust suurusega 40x20x1,50 mm materjalist S235 ning juppide liitmiseks kasutatakse keevitamist. Raamile kinnitatakse alalisvoolumootori ning tigureduktori tarind, hallvee püüdmise mahuti, hellvee pumba alus, hallvee kogumise mahuti, veepaak, alalisvoolumootor ning seadme seinad. Püstised nelikanttorud on äärtest paigutatud 2,50 mm kaugusele, sest nii ei kattu toru välisraadius ja paigaldatav detail. SolidWorksis koostatud mudeli põhjal arvestati, et valmistamiseks oleks vaja 11,12 m nelikanttoru.

#### **3.1.2 Seinad**

Erikujulised seinad on välja toodud lisa A osas joonistel TN 18/140444 A 01 01 D, TN 18/140444 A 01 02 D ja TN 18/140444 A 01 03 D. Vasakpoolne sein (lisa A osas joonisel

TN 18/140444 A 01 00 K osa 17) ja tagumine sein (lisa A osas joonisel TN 18/140444 A 01 00 K osa 1) on ristkülikukujulised lehed, millel puuduvad väljalõiked.

Valmistamiseks kasutatakse ABS plastikut, sest ABS tihedus ( $1050 \frac{kg}{m^3}$  [13]) on alumiiniumi tihedusest ( $2700 \frac{kg}{m^3}$  [14]) 2,57 korda ja terase tihedusest ( $7850 \frac{kg}{m^3}$  [14]) 7,47 korda väiksem. Tiheduse suurustest tulenevalt on ABS plastik eelpool mainitud materjalidest kergem ning sobib paremini lõputöö eesmärgiks seatud seadme 500 kg piiranguga.

Seintele ei ole ette nähtud ette asjade toetamist või kandmist. Seinaplaadid kinnitatakse 4,2x13 mm plekikruvidega, et seinte eemaldamisega oleks võimalik parandada ligipääsetavust pesuri sees olevate seadmete juurde, juhul kui neid peaks olema vajalik remontida või vahetada. Pesuri parempoolsele küljele on tehtud ukseava, mille eesmärk on lihtsustada seadme hooldust, näiteks pesuvee või filtri vahetamist.

### **3.1.3 Hallvee püüdmise mahuti**

Hallvee püüdmise mahuti (lisa A joonis TN 18 140444 A 01 06 D) on disainitud selliselt, et kasutatav vesi kogutakse kokku ega satuks keskkonda. Hallvee püüdmise mahuti puutub kokku erinevate kemikaalidega ning selleks, et hallvee püüdmise mahuti kemikaalide tõttu ei kahjustuks näiteks korrodeerumise teel, kasutatakse kemikaalide suhtes vastupidavat AISI 304 [15].

Detaili valmistamiseks kasutatakse lehtmaterjali, mille saab laserlõikusemasinaga sobivaks lõigata ning lehepainutuspingiga sobivasse vormi painutada. Parempoolsele küljele on paigutatud väike kolmnurk, mis takistab seina ukse avamise korral ukse kaudu vee välja voolamist. Vee äravoolu paigutatakse suurte võõriste püüdmiseks filter.

### **3.1.4 Juhtsüsteem**

Juhtsüsteem on vee-, põrutus- ning tolmukindlalt paigaldatud talle ettenähtud kasti, mis asub hallvee kogumise mahuti kõrval ning on ligipääsetav läbi parempoolse külje ukse.

Erinevate funktsioonide täitmiseks kasutatakse mikrokontrolleril baseeruvat süsteemi, mida kirjeldati peatükis [2.2.3 Elektroonika põhimõtteskeem](#).

Jäätmekonteinerite pesuri taha külje peale on paigaldatud väike juhtpult, mida saab töö teostamise ajaks kätte võtta. Juhtpuldil on hädaabi-stoppnupp, mis lülitab kõik välja, nupud prügikonteineri üles ja alla liigutamiseks ning start-ja stopp-nupud. Juhtpuldi korpus on toodud lisas A joonisel TN18/140444 A 01 04 D. Juhtpuldi korpus on valmistatud seintega samast ABS plastikust.

### **3.1.5 Pesuri peatugi**

Pesuri peatugi on välja toodud lisas A joonisel TN 18/140444 A 01 07 D.

Pesuri peatugi valmistatakse materjalist S235 koostamise lihtsustamiseks raamist eraldi. Pesuri peatugi kinnitub pesukasti peale ning toetuspunktide juures on pesukasti all raami tugi. Antud detaili külge kinnitatakse survepesu pea ning detaili kasutatakse ka survevee vooliku viimiseks survepesuri pea juurde.

### **3.1.6 Tigureduktori ja alalisvoolumootori tarind**

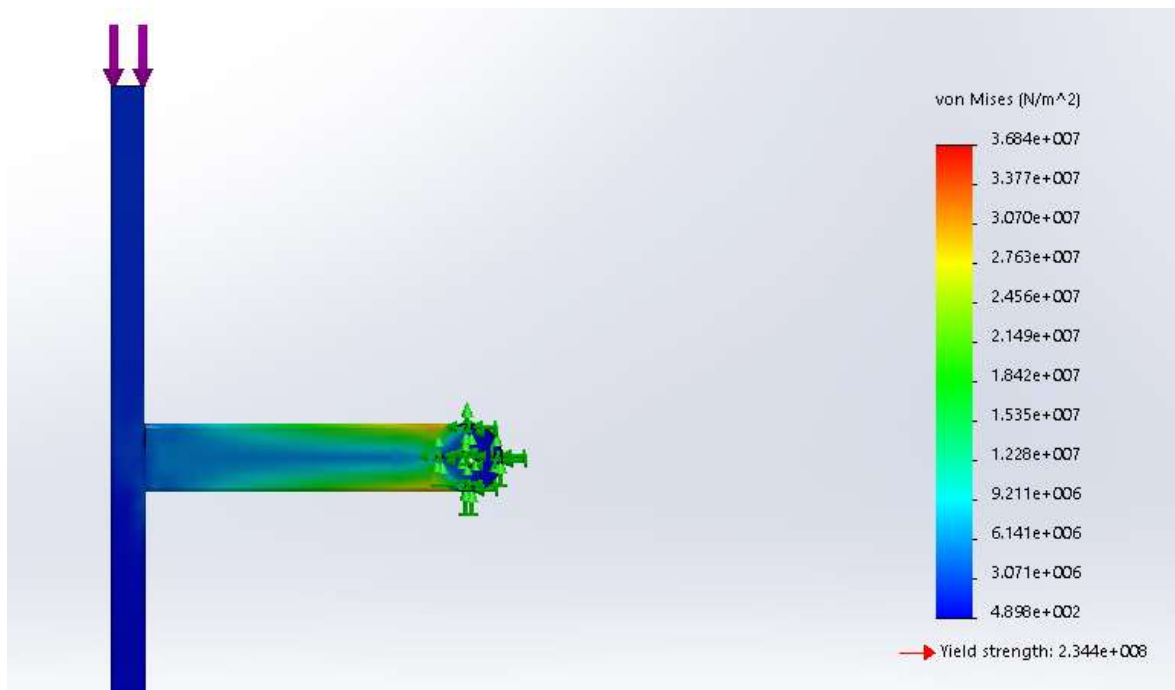
Koostejoonis toodud lisas A joonisel TN 18/140444 A 02 00 K. Tarind koosneb kolmest erinevast detailist. Alalisvoolumootori kinnitusplaat on valmistatud lehtmaterjalist, millel on mootori kinnitamiseks piklikud avad, et oleks võimalik rihma pingutada (lisa A joonisel TN 18/140444 A 02 03 D). Tigureduktori kinnitusplaat (lisa A joonisel TN 18/140444 A 02 01

D) on valmistatud samuti lehtmaterjalist ning sellel on avad tigureduktori kinnitamiseks M10 poltidega. Eelpool nimetatud plaadid on omavahel ühendatud kahe lehtmaterjalist valmistatud küljega (lisa A joonisel TN 18/140444 A 02 02 D). Küljed ja plaadid on kokku keevitatud. Tarind on koostatud materjalist S235.

### 3.1.7 Konteineri haarats

Valmistatakse materjalist S235. Konteineri haarats on valmistatud kasutades 40x20x1,50 mm nelikanttoru ja 5 mm paksust lehtmaterjali. Konteineri haaratsi koostejoonis on toodud lisa A joonisel TN 18/140444 A 03 00 K.

Detaili tugevusanalüüs teostati SolidWorks Simulation keskkonnas. Analüüsi eesmärgiks on kontrollida tõstemehhanismi raami tugevust. Simulatsioonis arvestati jäätmekonteineri kaalu, raami koostu kaalu ning varuteguriga. Raami otsale mõjuvaks jõuks määrati 322 N ning arvestati, et poltide kinnitused on fikseeritud. Simulatsiooni tulemused on näha joonisel 12.



**Joonis 12.** SolidWorksi tugevussimulatsioon kasutades lõplike elementide meetodit haaratsi raamile

Simulatsiooni järgi asub suurim pinge tõstemehhanismi raami ja tigureduktori väljundvõlli ühenduskohas ning maksimaalne pinge on 36,84 MPa. Leitud maksimaalne pinge jääb alla S235 terase voolepiiri. Seega on disainitud konstruktsioon piisavalt tugev.

### 3.1.8 Muud koostejoonise detailid

Antud detailid on välja toodud lisa A TN 18/140444 A 01 00 K koostejoonisel, kuid detailidel ei ole eraldi detailijooniseid.

**Alalisvoolumootor** - valiti 90 mm 90 Watt DC Motor 12/24 Volt [16], mille mudel SolidWorksis on tehtud veebilehel Motion Dynamics [16] märgitud suuruste põhjal. Märgitud lisas A joonisel TN 18/140444 A 01 00 K osa 12.

**Tigureduktor** - valiti Hydromec tigureduktor R085FB10CD-0B8- [17], ülekandearvuga 70. Koostejoonisel on kasutatud Hydromec lehelt laetud 3D mudelit. Märgitud lisas A joonisel TN 18/140444 A 01 00 K osa 13.

**Survepesupea** – antud töö raames määrati survepesupea kriteeriumitena selle mõõtmed ning pöörlev pea, et tagada 360 kraadine pesemine. Mõõtmete piiranguteks valiti sellised suurused, et survepesupea mahuks jäätmekonteineri sisse ning samuti vaadati, et jäätmekonteineri liigutamisel survepesupea sellele ette ei jääks. Märgitud lisa A osas joonisel TN 18/140444 A 01 00 K osa 14.

**Hallvee kogumise mahuti ja pump** – eesmärk, et vee kogumine ei toimuks hallvee püüdmise mahutis ning ümberpumpamisel ei tekiks olukorda, kus peale voolab vähem vett kui pump ära pumpab ning jääb „kuivale“. Antud lõputöö raames pole ühtegi konkreetset mahutit ega pumpa välja valitud. Mudelisse lisatud illustratiivne detail (TN 18/140444 01 00 K osa 5) mahutab 3,8 l. Pumba valiku kriteeriumideks on survepesurist suurem tootlikus ning töötamine pingel 12 V.

**Survepesur** – jäätmekonteineri pesuri valmistamisel plaanitakse kasutada väikest tööstuslikku sisepõlemismootoril põhinevat survepesurit TG80 [18]. Antud survepesuri massiks on määratud 20 kg ning dimensioonideks 400\*350\*350 mm detail (TN 18/140444 01 00 K osa 3). Nende parameetrite järgi on tehtud mudelile piisava suurusega kast, mis on

paigutatud hallvee püüdmise mahuti alla. Veebipoe lehel ei ole võimalik leida andmeid mootori värske õhu sissevõtu ja heitgaaside väljalaskmise kohta, mistõttu neid antud hetkel mudelile ei projekteeritud.

## **3.2 Edasiarenduse võimalused**

### **3.2.1 Väljast pesemine koos vee kokku püüdmisega**

Olemasolevate seadmete analüüsist selgub, et jäätmekonteinerite väljast ja kaane seestpoolt puhastamise käigus kasutatud vesi satub tänavale, mis võib sisaldada keskkonnale ohtlikke aineid. Vee tänavale sattumise vältimiseks tuleks seadet edasi arendada nii, et konteiner pestaks automaatselt ka väljast.

Teise variandina võiks ehitada tõstemehhanismile aluse, et konteinerit käsitsi pestes valguks vesi tõstemehhanismi all olevasse anumasse ning juhitaakse seejärel hallvee kogumise mahutisse.

### **3.2.2 Kuivatamine**

Olemasolevate jäätmekonteinerite ja ka antud lõputöö raames projekteeritud jäätmekonteinerite pesurite kasutamisel jäävad konteinerid seest märjaks, mistõttu võib konteineri sisemuses olev vesi talvisel ajal jäätuda. Lisaks võivad konteinerisse paigutatud jäätmed konteineris oleva niiskuse tõttu konteineri põhja või seintele kleepuda.

Selle olukorra lahendamiseks oleks võimalik rakendada surveõhuga kuivatamist sarnaselt autopessulates kasutatavatele süsteemidele.



### **3.2.3 Käsitsi pesemise otsik**

Jäätmekonteinerite servad võivad automaatpesuriga pestes osaliselt mustaks jääda, mistõttu oleks vaja konteineritel raskemini ligipääsetavaid kohti täiendavalt käsitsi puhastada. Selle olukorra lahendamiseks võiks luua käsitsi pesemise võimaluse.

# KOKKUVÕTE

Jäätmete sorteerimata jätmise tõttu satub jäätmekonteineritesse kokku erisuguseid jäätmeid, millest mõned võivad olla ohtlikud inimestele kui ka keskkonnale. Jäätmekonteinerit käsitsi pestes puutub inimene tahes-tahtmata jäätmete või jäätmete aurudega kokku ning pesuks kasutatud vesi satub loodusesse või vihmavee äravoolu. Selleks, et vähendada võimalust, et inimene puutuks kokku ohtlike jäätmetega või kasutatud pesuvesi satuks loodusesse saab jäätmekonteinerite pesemisel kasutada jäätmekonteinerite automaatpesurit.

Töö eesmärgiks oli luua eskiisprojekt jäätmekonteinerite automaatpesurile. Eesmärgi saavutamiseks seati neli ülesannet, millest esimene oli analüüsida olemasolevaid lahendusi, mille käigus analüüsiti kolme erinevat automaatset jäätmekonteinerite pesurit. Teiseks ülesandeks oli välja pakkuda võimalik konstruktsioon, mille jaoks on loodud SolidWorks keskkonnas 3D mudel automaatsest jäätmekonteineri pesurist. Lisaks on tehnoloogilise osa alapeatükis tööpõhimõtte välja toodud eri süsteemide skeemid, mille järgi saab edasi arendada automaatset jäätmekonteinerite pesurit. Kolmandaks ülesandeks määrati vajalike arvutuste tegemine ning selle jaoks arvutati töstemehhanismi jaoks vajalike parameetreid ja reaalsed väärtused jäätmekonteinerite automaatpesurile jaoks soovitatud detailidega. Viimaseks ülesandeks oli koostada vajalikud tehnilised joonised, selle jaoks tehti valmistatud mudelist 16 A4 tehnilist joonist.

Disaini lahendusest seati piiranguteks, et seade peaks kaaluma alla 500 kg ning mõõtmelt sügavus ja laius olema alla 1x1 m. Kasutades SolidWorks massiatribuutide funktsiooni kuvati tulemuseks, et projekteeritud konstruktsioon kaalub 42,43 kg. Antud eesmärk sai eduliselt täidetud. Jäätmekonteineri automaatpesuri sügavus ja laius on 1040 mm, mis on 40 mm suurem kui piiranguks määrati. Probleemi põhjustas *Sweep* funktsioonis valesti paigutatud riskülik, sest kontuur joonistati risküliku keskpunkti järgi, kuigi oleks pidanud olema joonistatud välimise ääre järgi. Antud viga jäi hetkel parandamata, sest modelleerides on kasutatud järjestikmodelleerimist, mille tulemusena eespool muudetu hakkab tagapool kõike muutma ning aja puuduse tõttu ei ole enam aega kõiki osi üle kontrollida.

Jäätmekonteineri automaatpesuri edasiarenduse võimalustena on välja pakutud, et jäätmekonteinerite automaatpesur peseks ka jäätmekonteinerit väljast, pesemise järgselt kuivataks jäätmekonteineri ära ja lisatakse käsitsi pesemise otsik.

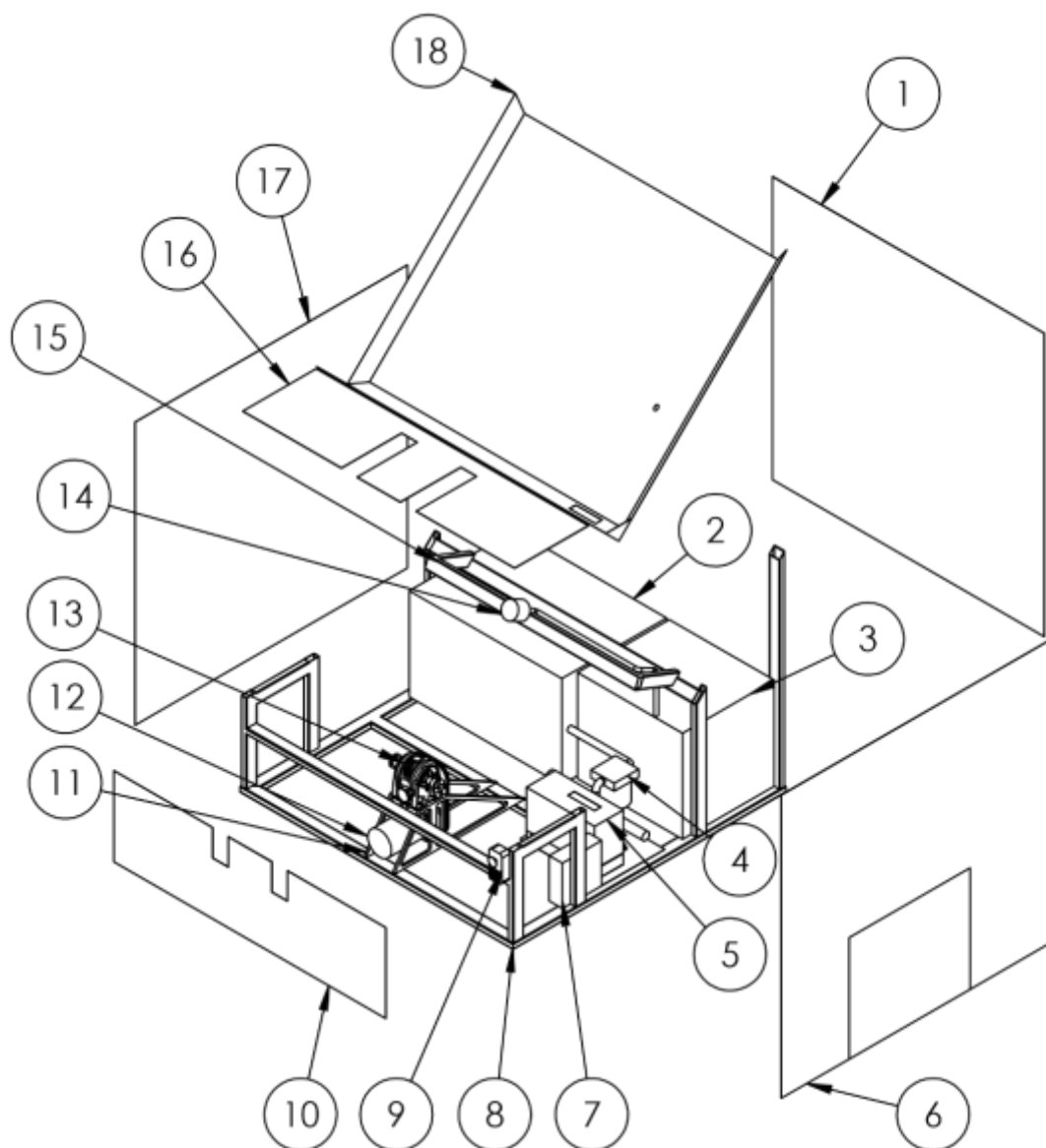
## KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] **Tibbetts, J.** (2013) *Garbage collection is “one of the most hazardous jobs”* [e-ajakiri] - 2013 Apr 16; 185(7): E284. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3626824/> (08 03 2018).
- [2] **QUORUM Magazine** (2017) *Dirty & Dangerous: The Hazardous Job of a Garbage Collector* [e-ajakiri] - April 2017 <http://www.caiddc.org/dirty-dangerous-the-hazardous-job-of-a-garbage-collector/> (08 03 2018).
- [3] **Reiss, J.** (1995) *Moulds in containers with biological wastes - Microbiological Research*, nr 150, lk 93-98.
- [4] Chron *Health Risks for a Garbage Man* [veebileht] <http://work.chron.com/health-risks-garbage-man-2138.html> (08 03 2018).
- [5] bin-2-bincleaning *Professional Wheelie Bin/garbage cart/dumpster cleaning services* [veebileht] <http://www.bin-2-bincleaning.ca/> (12 03 18).
- [6] Green Clean *Wheelie Bin Cleaning Service* [veebileht] <http://greenclean.co.uk/>. (12 03 2018).
- [7] Mr Tidy Bins [veebileht] <http://mrtidybins.com/about-us/>. (12 03 18).
- [8] Kathleen C. (2015) *Ballantyne man turns tidiness into business* The Charlotte Observer [e-ajakiri] - August 2015 <http://www.charlotteobserver.com/news/local/community/south-charlotte/article30874326.html> (14 05 2018).
- [9] SULO *240 Litre KSB Container* [veebileht] <http://www.sulo.com.au/products/two-wheeled-2-wheelie-bin-mgb/240-litre-ksb-container/>. (17 05 2018).
- [10] SULO *140 Litre Kompakt Container* [veebileht] <http://www.sulo.com.au/products/two-wheeled-2-wheelie-bin-mgb/140-litre-kompakt-container/>. (17 05 2018).
- [11] Modular Circuits *H-Bridges - the Basics* [veebileht]. <http://www.modularcircuits.com/blog/articles/h-bridge-secrets/h-bridges-the-basics/>. (15 05 2018).
- [12] Optibelt *Technical Manual V-BELT DRIVES* [veebileht] <https://www.optibelt.com/fileadmin/content/pdf/Produkte/EN/Optibelt-TH-v-belt-drives.pdf>. (11 05 2018).
- [13] tõlkijad Herranen, H., Karjust, K., Kers, J. ... jt. (2012) *Mehhanotehnika ja metallide käsiraamat*, Tallinn, 2012.
- [14] Hendre, E., Kulu, P., Kübarsepp J., ... jt.(2003) *Materjalitehnika : õpperaamat* , Tallinn.

- [15] Quick Cut Gasket. *Chemical Resistance Chart* [veebileht] <http://www.quickcutgasket.com/pdf/Chemical-Resistance-Chart.pdf> (18 05 2018).
- [16] Motiondynamics. *90mm 90 Watt DC Motor 12/24 Volt* [veebileht] <https://www.motiondynamics.com.au/90mm-90-watt-dc-motor-12-24-volt.html> . (17 05 2018).
- [17] Hydromec *Hydro-Mec selection tool* [veebileht] <http://hydromec.com/en/products/selection-list/> (17 05 2018).
- [18] AliExpress. *TG 80 industrial high pressure all copper plunger pump gasoline engine washing machine pressure washer* [veebileht] <https://www.aliexpress.com/item/TG80-industrial-high-pressure-all-copper-plunger-pump-gasoline-engine-washing-machine/1680773690.html?spm=2114.search0204.3.78.7deb724bWHc0c2>. (17 05 2018).

**LISAD**

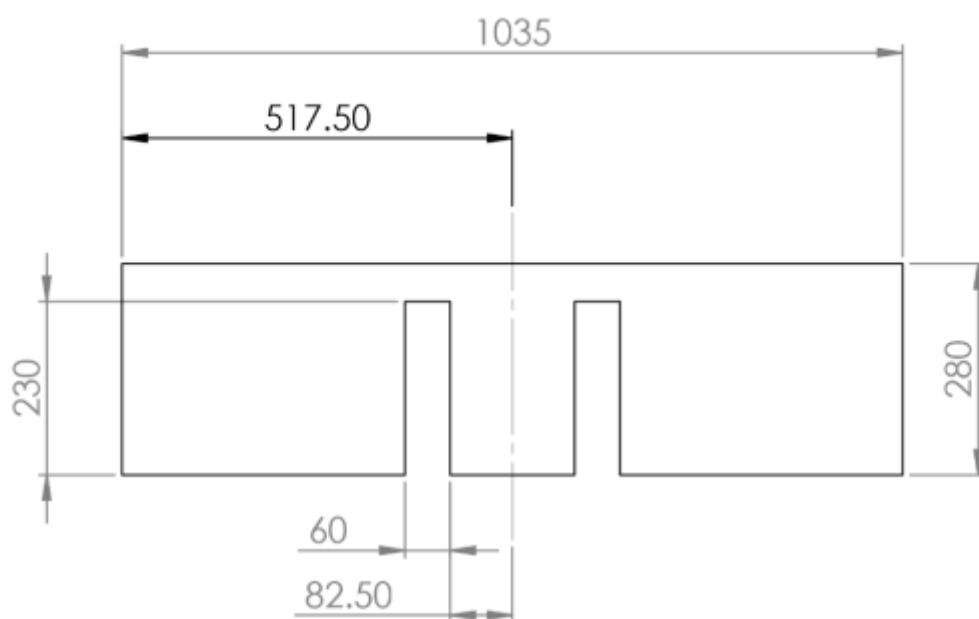
## **Lisa A. Jäätmekonteinerite automaatpesuri tehnilised jooni**



	<i>Materjal:</i>	<i>Näitamata piirhälbed:</i> ISO 2768-mK	<i>Mass:</i> 42,43 kg	<i>Mõõt:</i> 1:20
Teostas	Joonas Resev	<i>Nimetus:</i>  Jäätmekonteineri pesuri koostejoonis		
Kontrollis	Lemmik Käis			
Kinnitas	Lemmik Käis			
		<i>Leht:</i> 1/17	<i>Tähis:</i> TN 18/140444 A 01 00 K	

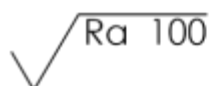


1		Tagakülg, ABS		1	
2		Veepaagi dimensioonid		1	
3		Mootori dimensioonid		1	
4		Filter		1	
5		Hallvee kogumise mahuti		1	
6		Parem külg, ABS	TN 18/140444 A 01 03 D	1	
7		Juhtsüsteemi korpus		1	
8		Raam, S235	TN 18/140444 A 01 05 D	1	
9		Juhtpuldi korpus, ABS	TN 18/140444 A 01 04 D	1	
10		Esikülg, ABS	TN 18/140444 A 01 02 D	1	
11		TM tarind, S235	TN 18/140444 A 02 00 K	1	
12		Alalisvoolumootor		1	
13		Tigureduktor [17]		1	
14		Survepesupea		1	
15		Pesuripeatugi, S235	TN 18/140444 A 01 07 D	1	
16		Ees pealne külg, ABS	TN 18/140444 A 01 01 D	1	
17		Vasak külg, ABS		1	
18		Hallvee püüdmise mahuti, AISI 304	TN 18/140444 A 01 06 D	1	
Osa	Väli	nimetus, materjal		hulk	märkus
		Materjal:	Näitamata piirhälbed: ISO 2768-mK	Mass: 42,43 kg	Mõõt: 1:20
Teostas	Joonas Resev	Nimetus:  Jäätmekonteineri pesuri koostejoonis			
Kontrollis	Lemmik Käis				
Kinnitas	Lemmik Käis				
		Leht: 2/17	Tähis: TN 18/140444 01 00 K		





Märkused:

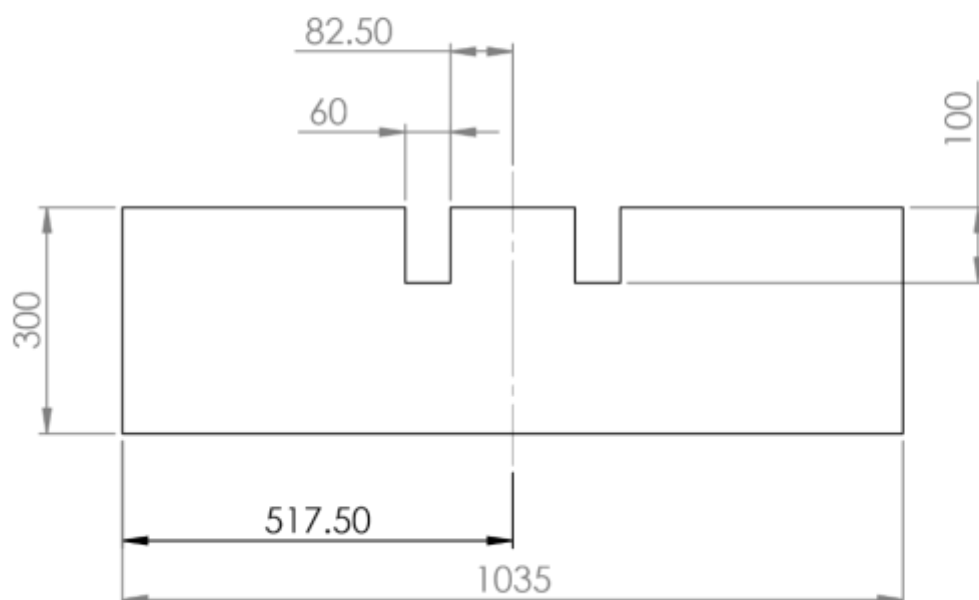
Kõik teravad served nüristada



Kõik märkimata pinnad

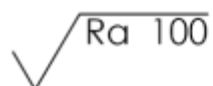
Lehtmaterjali paksus 3 mm

	<i>Materjal:</i> ABS	<i>Näitamata piirhälbed:</i> ISO 2768-mK	<i>Mass:</i> 0,78 kg	<i>Mõõt:</i> 1:10
Teostas	Joonas Resev	<i>Nimetus:</i> Ees pealmine külg		
Kontrollis	Lemmik Käis			
Kinnitas	Lemmik Käis			
		<i>Leht:</i> 3/17	<i>Tähis:</i> TN 18/140444 A 01 01 D	



Märkused:

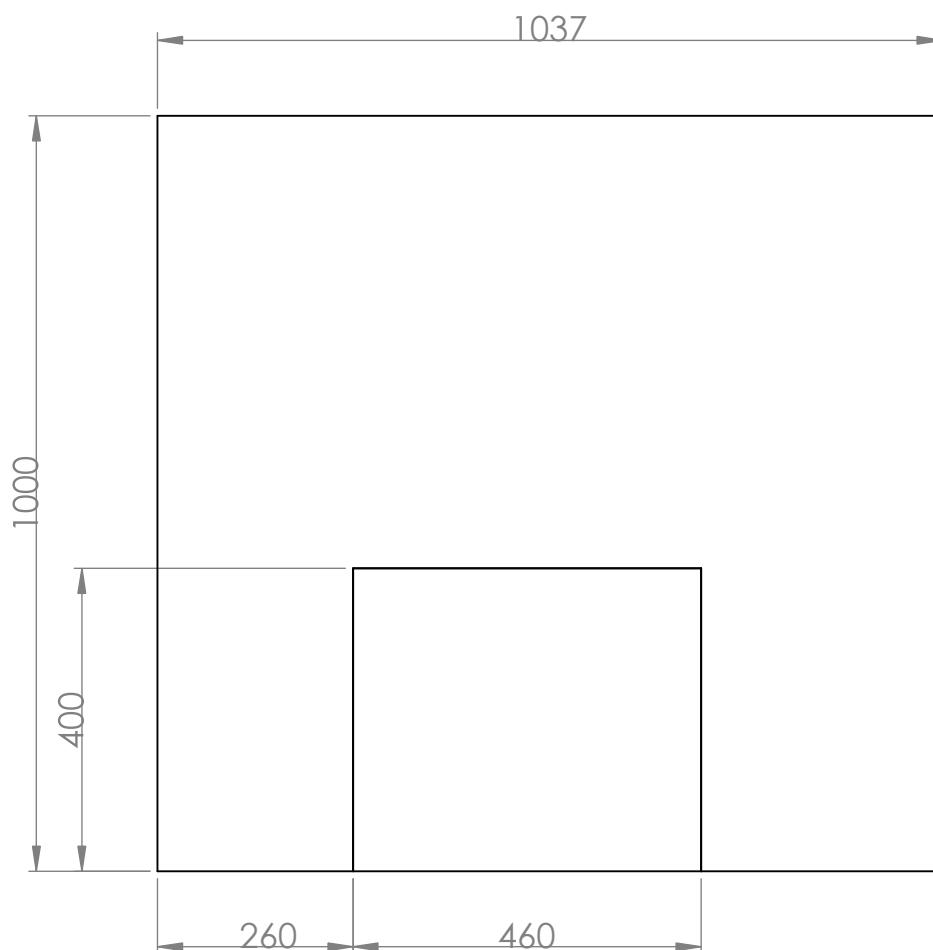
Kõik teravad served nüristada



Kõik märkimata pinnad

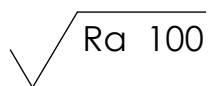
Lehtmaterjali paksus 3mm

	<i>Materjal:</i> ABS	<i>Näitamata piirhälbed:</i> ISO 2768-mK	<i>Mass:</i> 0,90 kg	<i>Mõõt:</i> 1:10
Teostas	Joonas Resev	<i>Nimetus:</i>  Esikülg		
Kontrollis	Lemmik Käis			
Kinnitas	Lemmik Käis			
		<i>Leht:</i> 4/17	<i>Tähis:</i> TN 18/140444 A 01 02 D	



#### Märkused

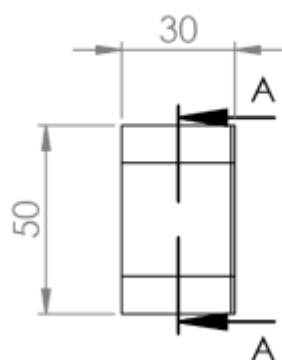
Kõik teravad served nüristada



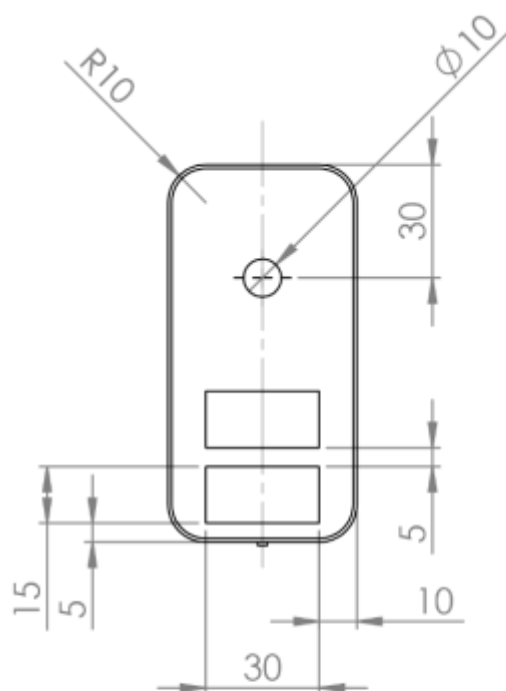
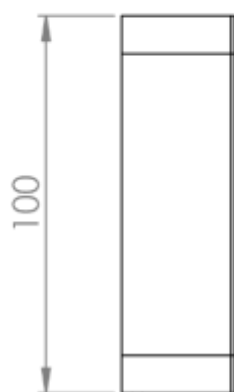
Kõik märkimata pinnad

Lehtmaterjali paksus 3mm

	Materjal: ABS	Näitamata piirhälbed: ISO 2768-mK	Mass: 4,71 kg	Mõõt: 1:10
Teostas	Joonas Resev	Nimetus:  Parem külg		
Kontrollis	Lemmik Käis			
Kinnitas	Lemmik Käis			
		Leht: 5/17	Tähis: TN 18/140444 A 01 05 D	

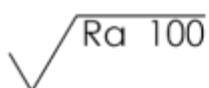


SECTION A-A  
SCALE 1 : 2



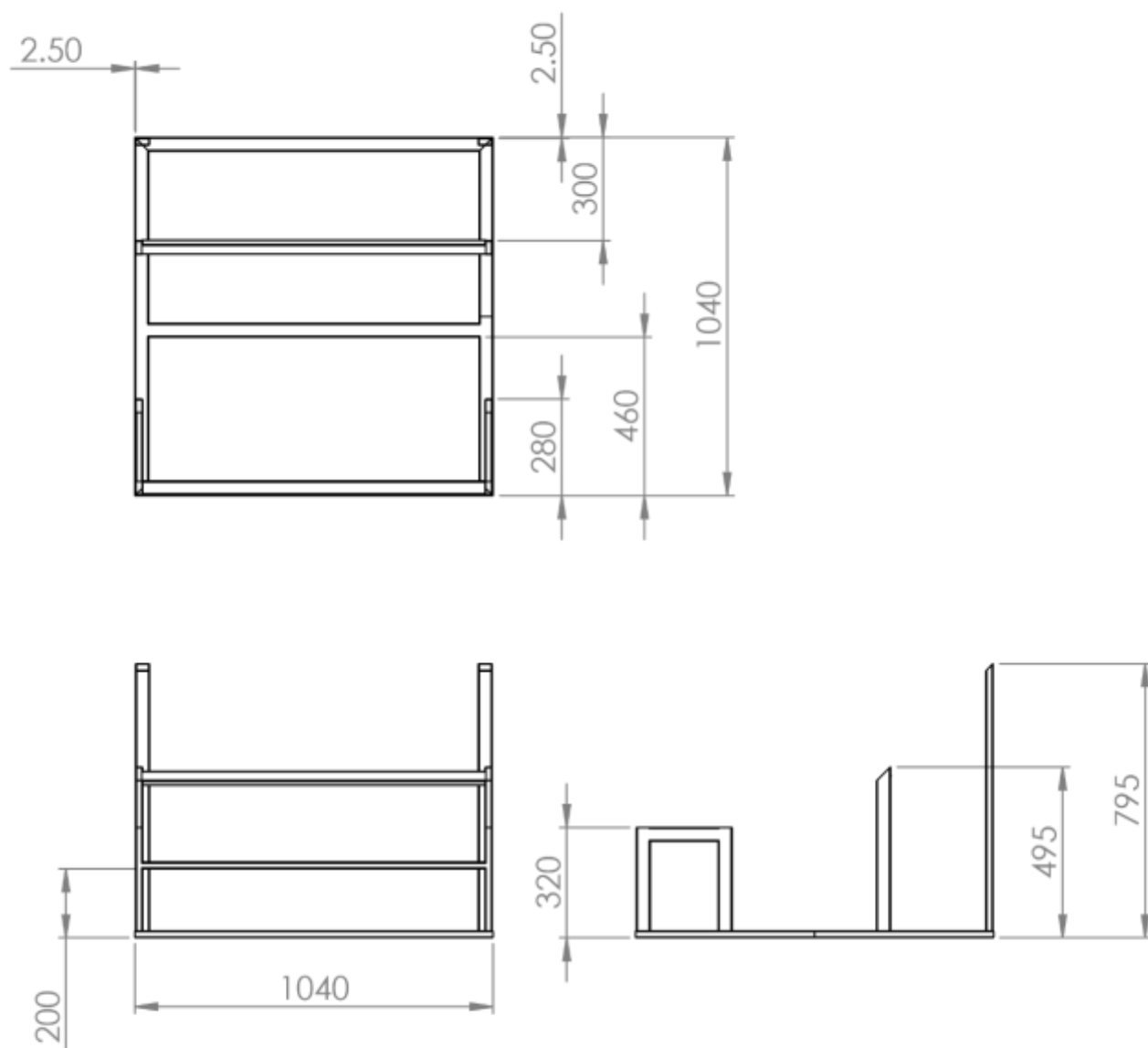
Märkused:

Kõik teravad served nüristada



Kõik märkimata pinnad

	<i>Materjal:</i> ABS	<i>Näitamata piirhälbed:</i> ISO 2768-mK	<i>Mass:</i> 0,1 kg	<i>Mõõt:</i> 1:2
Teostas	Joonas Resev	<i>Nimetus:</i> Juhtpuldi korpus		
Kontrollis	Lemmik Käis			
Kinnitas	Lemmik Käis			
		<i>Leht:</i> 6/17	<i>Tähis:</i> TN18/140444 A 01 04 D	



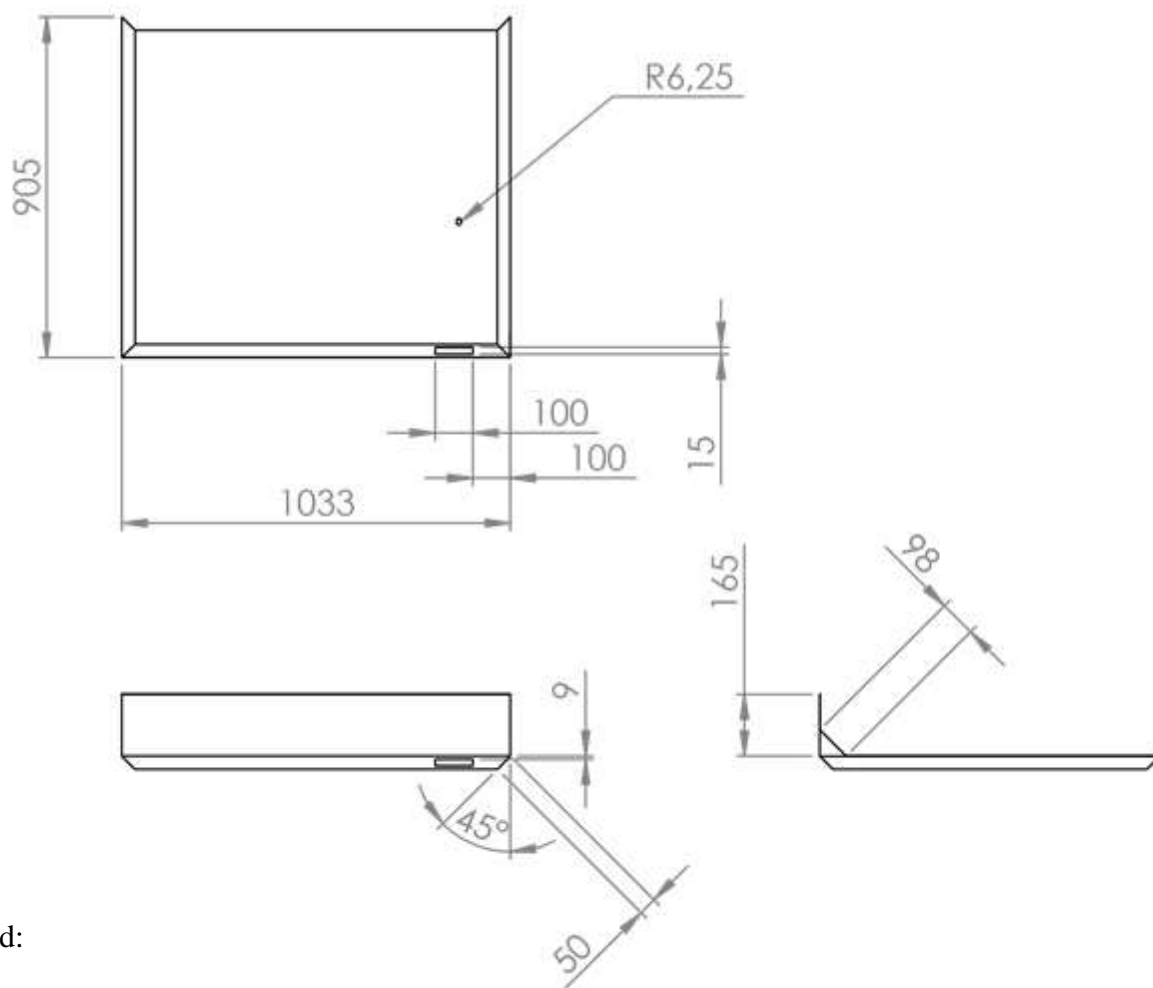
Märkused:

Kõik teravad served nüristada

✓ Ra 100 Kõik märkimata pinnad

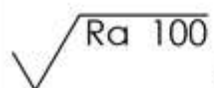
Raam on koostatud 40x20x1,5 nelikant torust

	<i>Materjal:</i> S235	<i>Näitamata piirhälbed:</i> ISO 2768-mK	<i>Mass:</i> 14,62 kg	<i>Mõõt:</i> 1:20
Teostas	Joonas Resev	<i>Nimetus:</i>  Raam		
Kontrollis	Lemmik Käis			
Kinnitas	Lemmik Käis			
		<i>Leht:</i> 7/17	<i>Tähis:</i> TN 18/140444 A 01 05 D	



Märkused:

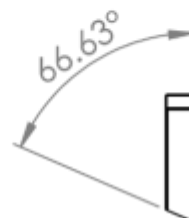
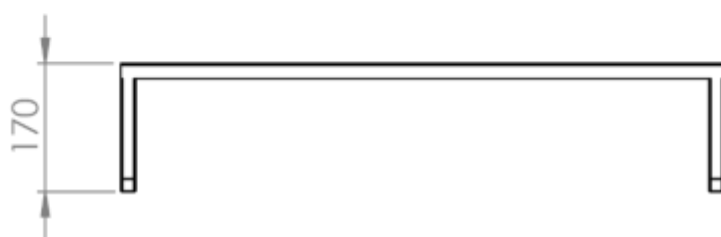
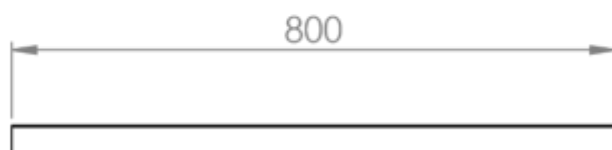
Kõik teravad served nüristada



Kõik märkimata pinnad

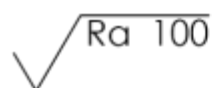
Lehtmaterjali paksus 1 mm

	<i>Materjal:</i> AISI 304	<i>Näitamata piirhälbed:</i> ISO2768-mK	<i>Mass:</i> 8,86 kg	<i>Mõõt:</i> 1:20
Teostas	Joonas Resev	<i>Nimetus:</i>  Hallvee püüdmise mahuti		
Kontrollis	Lemmik Käis			
Kinnitas	Lemmik Käis			
		<i>Leht:</i> 8/17	<i>Tähis:</i> TN 18 140444 A 01 06 D	



Märkused:

Kõik teravad served nüristada

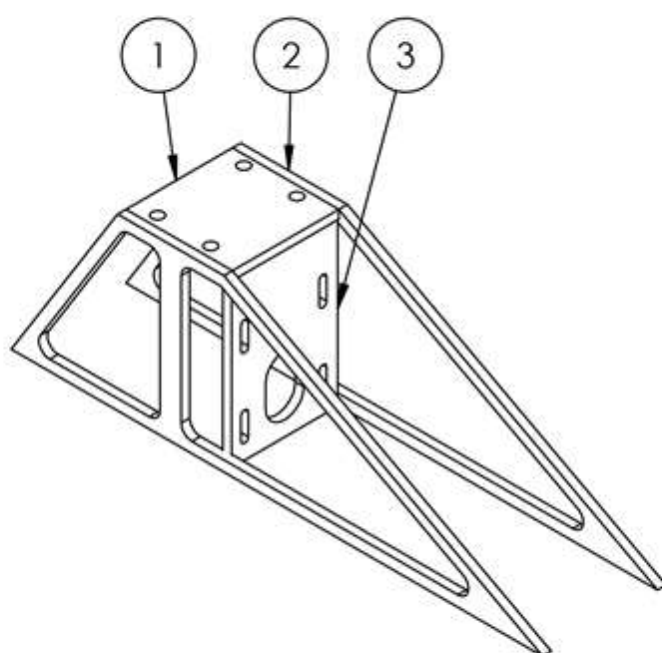


Kõik märkimata pinnad

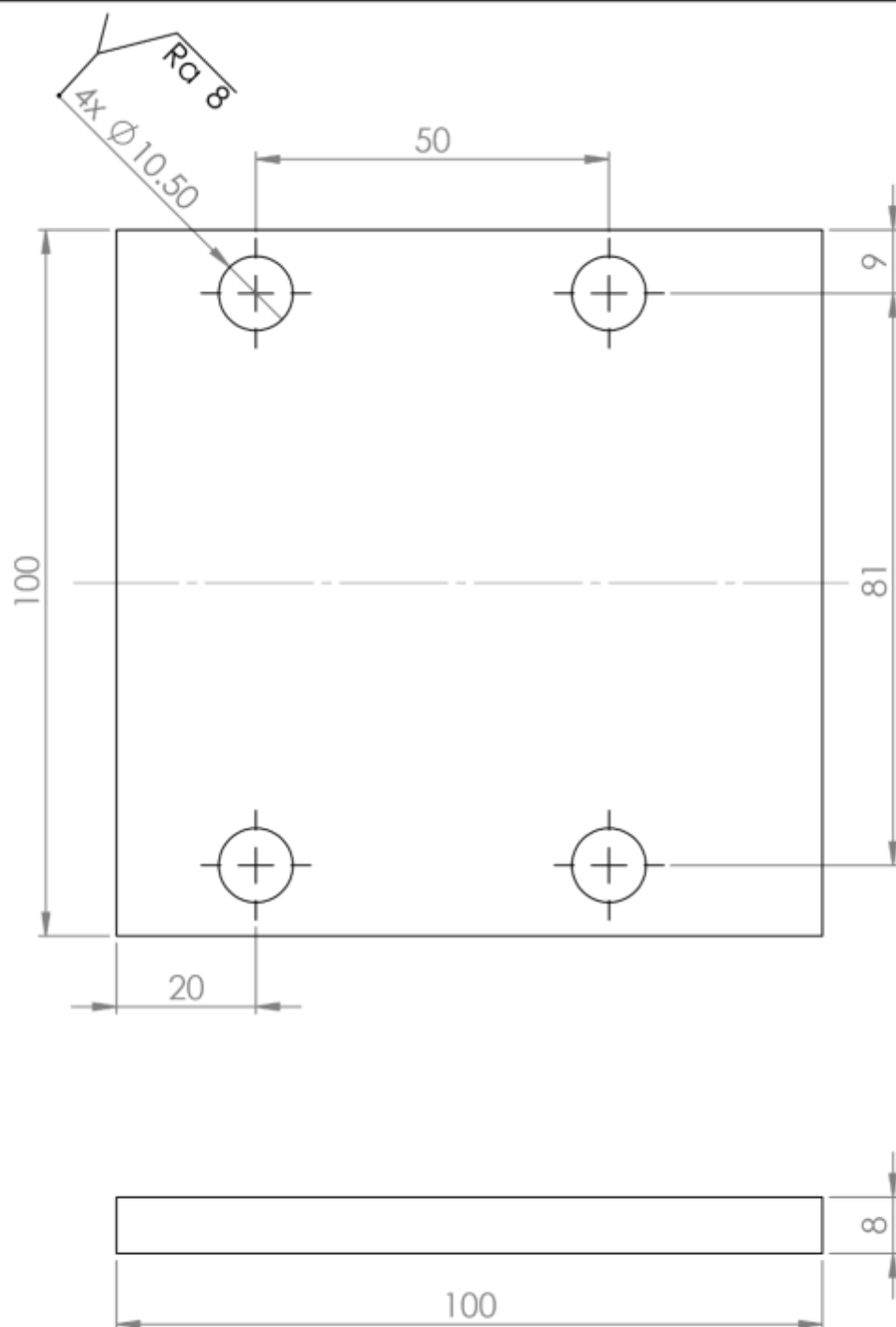
Detail on tehtud 40x20x1,5 nelikant torust

	<i>Materjal:</i> S235	<i>Näitamata piirhälbed:</i> ISO 2678-mK	<i>Mass:</i> 1,63 kg	<i>Mõõt:</i> 1:10
Teostas	Joonas Resev	<i>Nimetus:</i>  Pesuripea tugi		
Kontrollis	Lemmik Käis			
Kinnitas	Lemmik Käis			
		<i>Leht:</i> 9/17	<i>Tähis:</i> TN 18/140444 A 01 7 D	



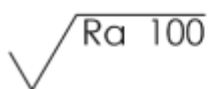


3		Mootori kinnitus, S235	TN 18/140444 A 02 03D	1	
2		TM tarind külg, S235	TN 18/140444 A 02 02D	2	
1		Tigu kinnitus, S235	TN 18/140444 A 02 01D	1	
Osa	Väli	Nimetus, materjal	Tähis	Hulk	Märkus
		Materjal:	Näitamata piirhälbed: ISO 2768-mK	Mass: 3,21kg	Mõõt: 1:5
Teostas	Joonas Resev	Nimetus: TM tarind			
Kontrollis	Lemmik Käis				
Kinnitas	Lemmik Käis				
			Leht: 10/17	Tähis: TN 18/140444 A 02 00K	



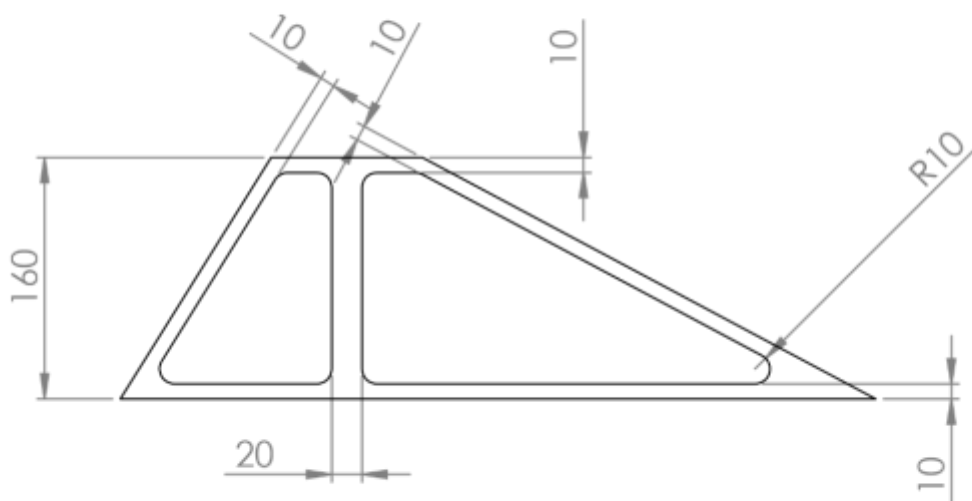
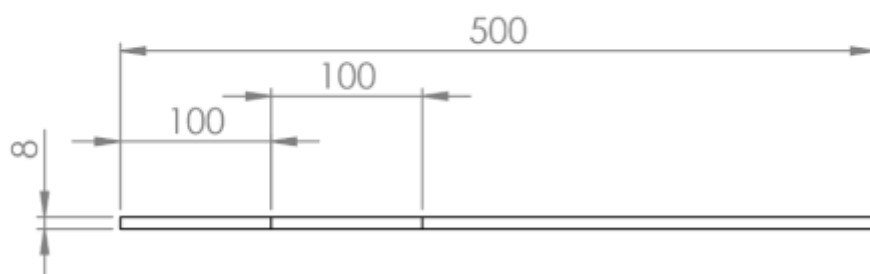
Märkused:

Kõik teravad served nüristada



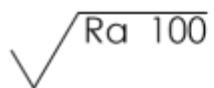
Kõik märkimata pinnad

	Materjal: S235	Näitamata piirhälbed: ISO 2768-mK	Mass: 0,08 kg	Mõõt: 1:1
Teostas	Joonas Resev	Nimetus: Tigu kinnitus		
Kontrollis	Lemmik Käis			
Kinnitas	Lemmik Käis			
		Leht: 11/17	Tähis: TN 18/140444 A 02 01 D	



Märkused:

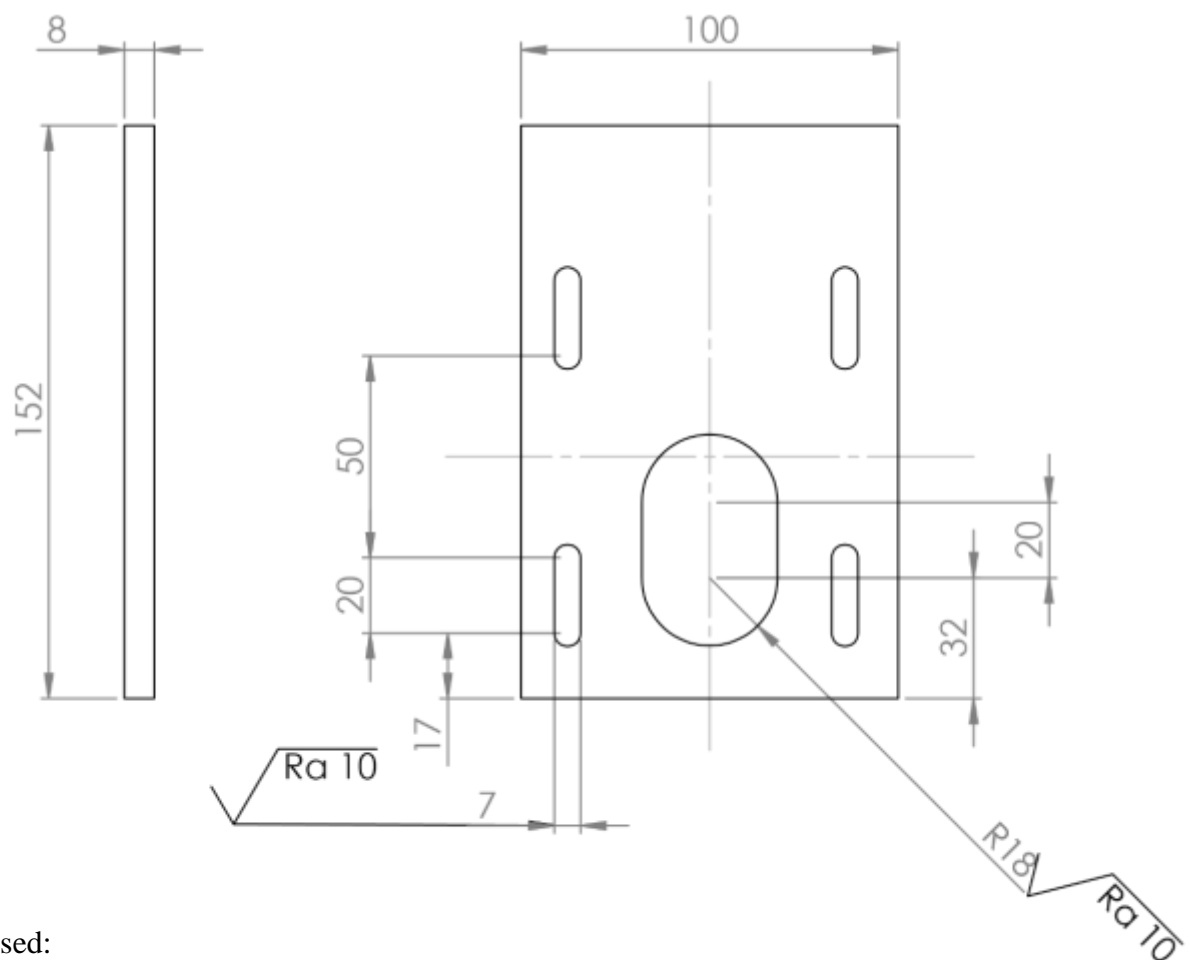
Kõik teravad served nüristada



Kõik märkimata pinnad

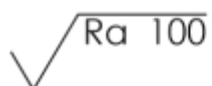
kõik siseküljed R10

	<i>Materjal:</i> S235	<i>Näitamata piirhälbed:</i> ISO 2768-mK	<i>Mass:</i> 0,87kg	<i>Mõõt:</i> 1:5
Teostas	Joonas Resev	<i>Nimetus:</i>  TM tarind külg		
Kontrollis	Lemmik Käis			
Kinnitas	Lemmik Käis			
		<i>Leht:</i> 12/17	<i>Tähis:</i> TN 18/140444 A 02 02 D	





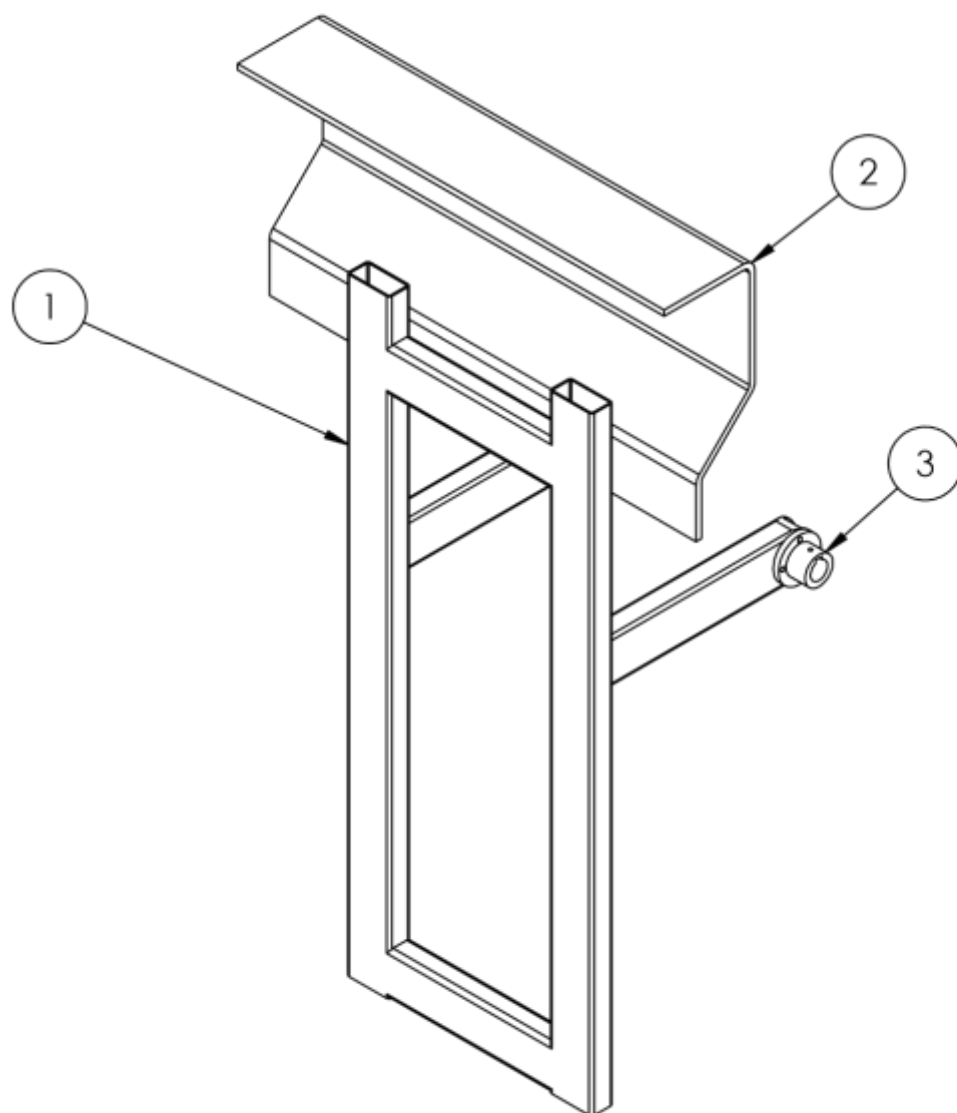
Märkused:

Kõik teravad served nüristada

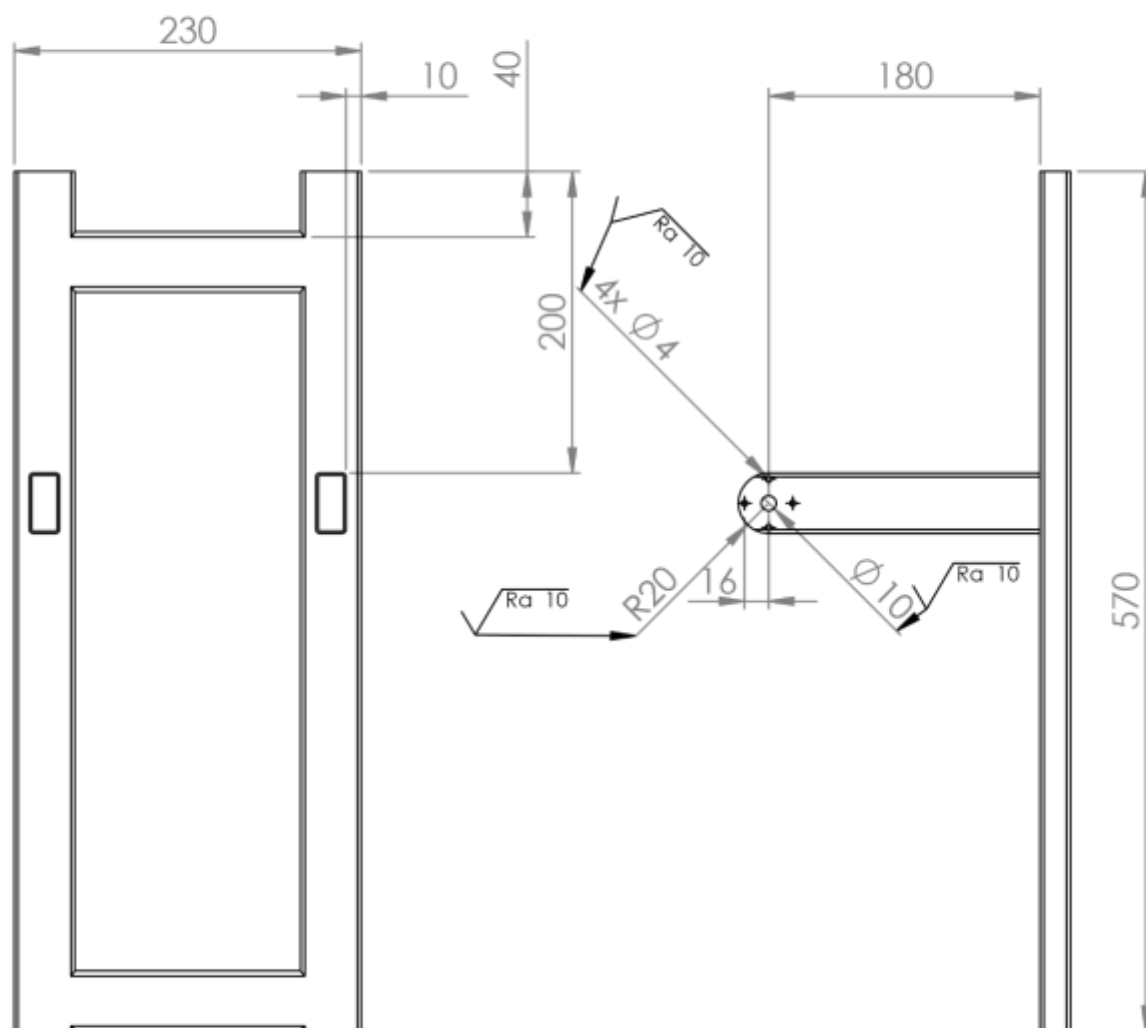


Kõik märkimata pinnad

	<i>Materjal:</i> S235	<i>Näitamata piirhälbed:</i> ISO 2768-mK	<i>Mass:</i> 0,82 kg	<i>Mõõt:</i> 1:2
Teostas	Joonas Resev	<i>Nimetus:</i>  Mootori kinnitus plaat		
Kontrollis	Lemmik Käis			
Kinnitas	Lemmik Käis			
		<i>Leht:</i> 13/17	<i>Tähis:</i> TN 18/140444 A 02 03 D	

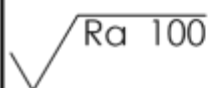


3		Sidur	TN 18/140444 A 03 01D	2	
2		Tagurpidi hoidmis tugi, S235	TN 18/140444 A 03 01D	1	
1		Tõsteraam, S235	TN 18/140444 A 03 01D	1	
Osa	Väli	Nimetus, materjal	Tähis	Hulk	Märkus
		Materjal:	Näitamata piirhälbed:	Mass:	Mõõt:
			ISO 2768-mK	7,71 kg	1:5
Teostas	Joonas Resev	Nimetus: Tõsteraam koost			
Kontrollis	Lemmik Käis				
Kinnitas	Lemmik Käis				
		Leht:	Tähis:		
		14/17	TN 18/140444 A 03 00 K		



Märkused:

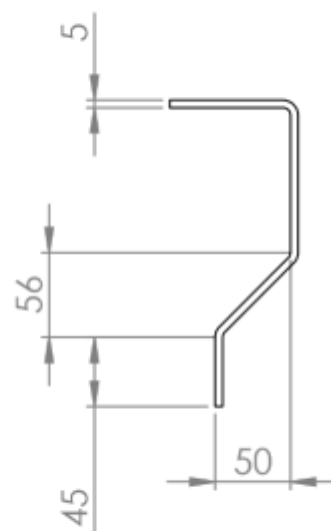
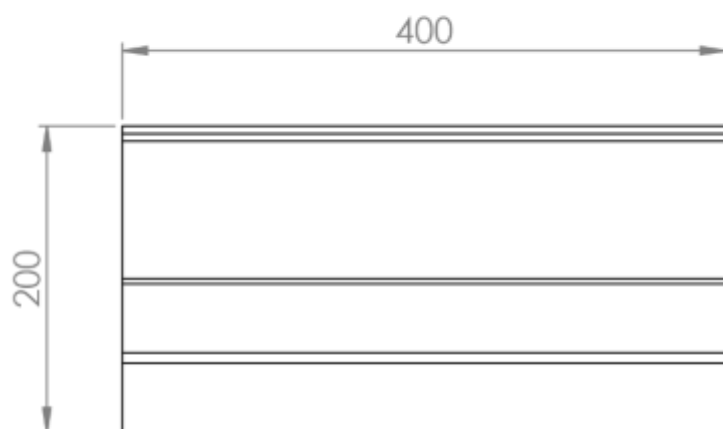
Kõik teravad served nüristada



Kõik märkimata pinnad

Detail on valmistatud 40x20x1,5 nelikanttorust

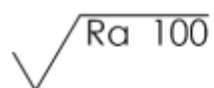
	<i>Materjal:</i> S235	<i>Näitamata piirhálbed:</i> ISO 2768-mK	<i>Mass:</i> 2,75 kg	<i>Mõõt:</i> 1:5
Teostas	Joonas Resev	<i>Nimetus:</i> Tõsteraam		
Kontrollis	Lemmik Käis			
Kinnitas	Lemmik Käis			
		<i>Leht:</i> 15/17	<i>Tähis:</i> TN 18/140444 A 03 01 D	



Märkused:

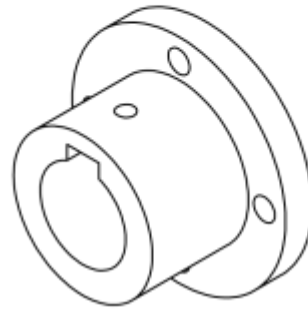
Kõik teravad served nüristada

Joonisel näitamata välisraadiused R10, siseraadiused R5



Kõik märkimata pinnad

	<i>Materjal:</i> S235	<i>Näitamata piirhälbed:</i> ISO 2768-mK	<i>Mass:</i> 4,70 kg	<i>Mõõt:</i> 1:5
Teostas	Joonas Resev	<i>Nimetus:</i> Tagurpidi hoidmise tugi		
Kontrollis	Lemmik Käis			
Kinnitas	Lemmik Käis			
		<i>Leht:</i> 16/17	<i>Tähis:</i> TN 18/140444 A 03 02 D	



Kõik servad nüristada

$$\sqrt{Ra \cdot 100}$$

	<i>Materjal:</i> S235	<i>Näitamata piirhälbed:</i> ISO 2768-mK	<i>Mass:</i> 0.09kg	<i>Mõõt:</i> 1:1
	Teostas	Joonas Resev	<i>Nimetus:</i>  Sidur	
	Kontrollis	Lemmik Käis		
	Kinnitas	Lemmik Käis		
		<i>Leht:</i> 17/17	<i>Tähis:</i> TN 18/140444 A 03 03 D	



## Lisa B. Lihtlitsents

Mina, Joonas Resev,  
sünniaeg 08.10.93,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö  
„Jäätmekonteinerite automaatpesuri arendus“,  
mille juhendaja(d) on Lemmik Käis, MSc,
  - 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
  - 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
  - 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemisekskuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor \_\_\_\_\_  
(allkiri)

Tartu, \_\_\_\_\_  
(kuupäev)

---

**Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**  
Märkused:

Kõik teravad served nüristada

Kõik märkimata pinnad

---

(juhendaja nimi ja allkiri)

---

(kuupäev)